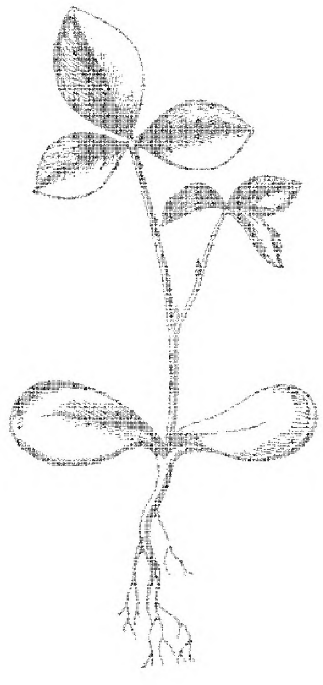
Г. Буш

МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

Г. Буш

МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЛИЕСМА» РИГА 1972



Scan AAW

601
Б948

3—1—6
72 809

ВВЕДЕНИЕ

В древности считали, что тайна создания изобретений доступна только богам. Египтяне верили, что астрономические приборы изобрел бог Тот, а способ изготовления пива — Озирис. Греки приписывали изобретение вина Бахусу, изобретение плуга — Гере. Римляне считали изобретателем способа обработки почвы Сатурна и верили, что богиня Деметра подсказала способ выращивания хлебных злаков легендарному изобретателю Триптолему.

Длительное время творческий процесс под влиянием метафизических представлений, догматов религии, агностицизма, биологического детерминизма и других идеалистических теорий считали таинственным, принципиально непознаваемым. Создание научно обоснованных представлений о творчестве стало возможным только в результате развития материалистической философии, рассматривающей творчество как имманентную характеристику человеческой деятельности вообще. Марксистско-ленинская диалектика стала методом всякого творчества. Она позволила подняться до правильных заключений, обобщений и выводов и в научной методологии изобретательства.

Новаторы техники применяли диалектику задолго до того, как были сформулированы ее законы. Они эмпирически наталкивались на те или иные диалектические решения, не подозревая при этом, что пользуются диалектикой в качестве методологии технического творчества. Однако сознательное применение марксистско-ленинского диалектического метаметода в мышлении и творчестве новаторов техники дает неоценимое преимущество. Стихийная мысль без сознательного применения научного метода нередко сбивается с правильного пути, что приводит к ошибкам. Овладение марксистско-ленинской методологией не сводится к заучиванию ее категорий, законов, формул и к механическому приложению их к тем или иным явлениям в области техники и технического творчества. Творческое овладение марксистско-

ленинской методологией предполагает всестороннее и глубокое изучение техники, закономерностей ее развития, различных факторов технического творчества — объективно, в многосторонней связи с другими явлениями и в развитии, которое происходит по законам, присущим самим явлениям и предметам.

Помимо понимания сущности марксистско-диалектического метаметода, необходимо умение применять законы и категории материалистической диалектики в каждом конкретном случае, в каждой конкретной области техники. Ф. Энгельс отмечал: «С одним знанием того, что ячменный стебель и исчисление бесконечно малых охватываются понятием «отрицание отрицания», я не смогу ни успешно выращивать ячмень, ни дифференцировать и интегрировать, точно так же, как знание одних только законов зависимости тонов от размеров струн не дает еще мне умения играть на скрипке»[1].

Законы и категории материалистической диалектики действуют всегда и везде, однако их действие в каждой области явлений своеобразно, специфично. С этим обстоятельством связано то, что, как и в каждой науке, в методологии технического творчества наряду с всеобщим марксистско-диалектическим метаметодом формируются специфические общие и частные методы. Изобретатель пользуется теми и другими. Марксистско-ленинская методология является могучим орудием технического творчества именно потому, что предостерегает от односторонности и субъективизма.

Классики марксизма-ленинизма К. Маркс, Ф. Энгельс и В. И. Ленин, создавшие марксистско-ленинский диалектический метаметод, высказали также много основополагающих мыслей о технике и творчестве вообще и о различных частных явлениях в этих областях. Особое значение для развития методологии изобретательства имеют труды К. Маркса, который писал, что все возрастающие общественные потребности выдвигают новые технические задачи, причем «человечество ставит себе всегда только такие задачи, которые оно может разрешить», а «сама задача возникает лишь тогда, когда материальные условия ее решения уже имеются налицо, или, по крайней мере, находятся в процессе становления»[2]. «Создание изо-

---

[1] *Ф. Энгельс.* Анти-Дюринг. М., Политиздат, 1969, стр. 142.
[2] *К. Маркс* и *Ф. Энгельс.* Соч., т. 13, стр. 7

бретений обусловливается частью кооперацией современников, частью использованием работы предшественников»[1], причем изобретатели используют также неудачные идеи прошлого. Как правило, «за каждым крупным изобретением в области механики следует усиление разделения труда, а всякое усиление разделения труда ведет, в свою очередь, к новым изобретениям в механике»[2].

К. Маркс отметил также ряд частных методологических принципов развития техники. Он считал, что кооперация труда ведет к дифференциации средств труда. Дифференциация последних, в свою очередь, ведет к их комбинации, трансформации, и наоборот — комбинация предполагает дифференциацию. Изобретения создаются различными методами: изменением источника энергии, приводящего в движение средства труда, увеличением количества одновременно действующих орудий, переходом на процессы непрерывного действия, расчленением процесса труда, увеличением технических объектов до циклопических размеров, увеличением скорости машин, подвижности орудий, арены труда работающего и др.[3]

Объективность существования частных методов создания изобретений позднее подтвердили исследователи разных специальностей, изучившие и обобщившие огромный фактический материал различных исторических эпох.

Историк Э. Б. Тейлор считал, что технические объекты вовсе не изобретаются с помощью голой фантазии, но появляются лишь в процессе изменений существующего. Самым низшим разрядом орудий он считает те, которые природа нам доставляет в готовом виде или в таком, что они нуждаются только в окончательной отделке (например, кремни для удара и метания, сучья для дубин и копий, шипы или зубья — проколки, осколки кремня — для резания или скобления). Вначале создаются орудия *универсального назначения* для грубого выполнения нескольких операций, которые позже совершенствуются *методом специализации.* Так, куски обсидиана, использовавшиеся вначале для резания и скобления, стали применяться ацтеками для бритья. Методом специализации из древней дубины создавались палица, дубина

---

[1] *К. Маркс.* Капитал, т. 3, М., 1970, стр. 116.
[2] *К. Маркс* и *Ф. Энгельс.* Соч., т. 4, стр. 159.
[3] *К. Маркс.* Капитал, т. 1. М., 1969, стр. 382—515.

с насечками для изготовления ткани из коры, булава как символ власти. В других случаях изобретения создавались *методом имитации* — североамериканские индейцы за недостатком табака подыскивали какое-нибудь сходное с ним растение, используя, например, ивовую кору. Применялись также *методы трансформации* технического объекта, *методы изменения материала, объединения технических элементов* (например, скифский лук был изобретен благодаря соединению посредством клея или жил нескольких кусков дерева и рога).

Исследователь истории первобытного изобретательства О. Т. Масон считает, что историческая эволюция изобретений происходила в результате применения следующих методов изобретательства:

— использования объектов природы по их назначению (зубы грызунов как зубила);

— внесения небольших изменений в структуру природных объектов с целью улучшения их функциональности (рукоятки к инструменту);

— осуществления небольших изменений природных веществ и материалов для выполнения разнообразных функций (обработка камня в виде ручного молотка);

— копирования формы и структуры объектов природы в разных вариациях (имитация под дерево, изделия из глины);

— трансформации объектов природы для различных целей;

— изменения действующих сил (ветра, потока воды);

— подражания действиям человека;

— мультипликации сил человека механическими средствами (клин, таль);

— комплексного объединения технических объектов для выполнения нескольких функций.

Историк Г. Шурц в своем исследовании по истории первобытной культуры приводит примеры создания примитивных орудий методами дифференциации орудий, упрощения технических объектов, эстетического облагораживания вещей, замены материалов, объединения, универсализации и др.

На основе изучения развития техники в каменном веке известный советский историк С. А. Семенов отмечает ряд общих и частных закономерностей развития техники. Среди общих закономерностей он выделяет следующие:

— изменение естественных форм, физического или химического состояния природных предметов путем соединения целых или частей;

— изменение путем расчленения целого на части;

— изменение путем придания других свойств обработкой (нагреванием, высушиванием, смешиванием с частицами других веществ);

— повышение механической мощности орудий путем увеличения веса и объема орудий, применения рычагов;

— использование энергии окружающей природы;

— использование объединенных усилий многих людей (простая кооперация);

— использование животных в качестве тягловой силы;

— форсирование важнейших параметров технического объекта (скорости движения, мощности, точности и т. д.);

— геометризация, симметризация, стандартизация орудий;

— обеспечение непрерывности производственного процесса;

— использование тяжести и упругости тел для механизации и автоматизации;

— переход на рациональное движение;

— дифференциация орудий путем подбора их по форме, весу, размерам, габаритам, материалу, особенностям обработки, функциям;

— специализация производства;

— рационализация путем упрощения, двухсторонней обработки, перехода на прогрессивные способы производства;

— вовлечение в круг хозяйственной деятельности новых природных веществ и изменения их физико-химического состояния;

— комплексное использование полезных материалов (рекуперация, утилизация и т. д.);

— изобретательная деятельность в технике.

Из перечисленных выше закономерностей непосредственно вытекает ряд частных методов технического творчества. В развитии отдельного технического объекта можно усмотреть применение разных методов технического творчества. С. А. Семенов в процессе усовершенствования способов сверления отмечает следующие главные направления:

— увеличение силового эффекта путем использования давления тела или подвешивания тяжестей;

— увеличение числа оборотов сверла на единицу времени;

— совершенствование сверла изменением его формы — рабочей части и в целом;

— увеличение объема полезной скважины путем перехода от конического и биконического сверления к цилиндрическому;

— дифференциация размеров сверла через увеличение или уменьшение диаметра и длины;

— экономия труда путем сокращения неоправданных отходов сочетанием прорезания и пробивания со сверлением (рассверливанием) или переходом от цилиндрического сверления к трубчатому и циркульному (резанию);

— переход от сверления к расточке в производстве каменных сосудов (от цилиндрического к сферическому);

— тенденция к универсализации сверл в пластической работе по камню (скульптуры Древнего Египта).

В наше время традиционные методы поиска решения изобретательских задач способом слепых проб и ошибок не удовлетворяют непрерывно возрастающие общественные потребности.

Немецкий ученый и изобретатель Юст Либиг писал в XIX веке: «Изобретатель — это человек, создающий новую или усовершенствующий известную мысль так, что она становится действенной или пригодной к реализации, он уходит в сторону от утоптанной тропинки, не знает больше, куда идет, и из тысячи, может быть, один достигает цели; он не знает происхождения своих мыслей и не может дать отчета о своей деятельности». Еще Френсис Бэкон сравнил изобретения с лабиринтом, запутанные перекрещивающиеся и коварные ходы которого нельзя разгадать без практического опыта. Однако тот, кто разгадал тайну лабиринта, может раскрыть ее другим, чтобы предостеречь их от неудач и слепого блуждания.

Такой путь сознательного использования обобщенного опыта человечества, знаний о механизмах творчества для оптимизации процесса создания изобретений используют новаторы техники, овладевшие основами научной методики технического творчества. Около трех десятилетий новаторов техники уже обучают методике поиска решений изобретательских задач. Наиболее серьезные результаты такого обучения достигнуты в СССР и США.

Вопросы методики технического творчества приобретают особую актуальность в условиях научно-технической революции и создания материально-технической базы коммунизма.

В последнее время в нашей стране плодотворно работает много исследователей, изучающих процесс технического творчества, механизмы творчества, закономерности развития техники. В числе этих исследователей специалисты по философии, психологии, истории, социологии, физиологии, логике, кибернетике, бионике, дизайну и др. Однако, как отмечают академик И. И. Артоболевский и многие другие советские исследователи, слабая разработка методологических вопросов технического творчества является одной из главных причин отставания теории от практики. Выход из этого положения Ю. А. Дмитриев видит в создании специальных школ изобретательского искусства, специальных вузов по теории и методике технического творчества. М. Е. Поморцев считает, что методика изобретательства должна преподаваться во всех школах, техникумах, высших технических учебных заведениях. Кроме того, необходимы учебные и научно-исследовательские институты изобретательского творчества.

Обучение методике технического творчества осуществляется сейчас в основном под руководством Всесоюзного общества изобретателей и рационализаторов (ВОИР), в народных университетах технического творчества, общественных институтах патентоведения, на специальных факультетах методики технического творчества, курсах и семинарах. Одним из центров обучения методике технического творчества и разработки ее является Рига.

Методология технического творчества не является установившейся наукой. Хотя о ней написано немало, среди публикаций наряду с серьезными исследованиями встречаются работы, научно не обоснованные и вводящие в заблуждение. Однако, критикуя публикации этого рода и руководствуясь метафизическими представлениями о творческом процессе, некоторые специалисты вообще отрицают самую возможность создания методики технического творчества. В основе такого подхода лежит агностическое отрицание возможности познания механизма мышления, голословные утверждения, подобные таким, как «изобретатели никогда не дождутся своего Бедекера», «никогда не было и никогда не будет книги,

которая объяснила бы, как изобрести нечто новое, никому не известное», «силы новаторства являются мистическими и в целом необъяснимыми». Аналогичные утверждения появлялись в печати за рубежом, а иногда и в нашей стране до недавнего времени. В последние два десятилетия такие высказывания, однако, встречаются все реже. Большинство серьезных ученых у нас и за рубежом признают, что техническое творчество имеет свои закономерности, которые можно познать и использовать для оптимизации творческого процесса изобретателя. Кроме того, результаты практического обучения методике технического творчества, использование методики для создания изобретений доказали возможность создания и целесообразность применения методических правил, принципов, приемов.

Развитию методики технического творчества угрожают, подобно Сцилле и Харибде, гиперболизация возможностей, безудержное восхваление методики, с одной стороны, и голословное отрицание самого ее существования — с другой.

В настоящей работе предпринимается попытка ознакомить энтузиастов технического творчества с некоторыми практическими методами поиска решения изобретательских задач, а также с общим ходом развития методики технического творчества. Методы поиска решений изобретательских задач представляют собой лишь одну разновидность тактических приемов, применяемых изобретателем, поэтому брошюра не претендует на систематическое изложение курса методики технического творчества. Однако большинство предлагаемых методов принадлежит к золотому фонду тактических средств изобретателя и может быть использовано при различных методологических подходах, стратегиях и программах действий. Целесообразность применения этих методов доказана изобретательской практикой, их эффективность проверена в процессе массового обучения изобретателей и рационализаторов в Латвийской ССР.

1. О РАЗВИТИИ МЕТОДИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

Со времени создания первых примитивных каменных орудий изобретательская мысль никогда не успокаивалась. Выдающиеся изобретатели античного мира имели представление о методах технического творчества и обучали этим методам своих учеников. Одну из первых известных попыток осмыслить методику изобретательства сделал знаменитый изобретатель античности Архимед. Его трактаты «Эфодикон» и «Стомахион» имеют большое методическое значение. В последнем трактате описываются способы создания новых технических объектов из стандартных элементов. Известна его игрушка из 14 пластинок слоновой кости различной конфигурации; с помощью транспонирования отдельных элементов можно было составить множество фигур — шлем, кинжал, колонну, корабль и т. д.

Об искусстве решения творческих задач задумывались и другие ученые древности, среди которых следует отметить автора трактата «Искусство решать задачи» Паппа Александрийского.

Лукреций Кар объяснял возникновение и развитие вещей комбинированием частей и присоединением новых элементов. В книге «О природе вещей» он писал: «Предположим, например, что тела изначальные будут три или несколько больше частей заключать наименьших. Если затем ты начнешь эти части данного тела переставлять, ты обнаружишь тогда, сочетания всех их исчерпав, все изменения форм, что для этого тела возможны; если же иные еще получить ты желаешь фигуры, части другие тебе прибавить придется».

Несмотря на периоды застоя, методика научного и технического творчества развивалась. Шестая книга арабского ученого Абу Мухаммеда ар-Рази «Китаб ар-раха» излагает методику творческого экспериментирования. Средневековый испанский схоласт Раймунд Луллий для решения творческих задач предложил различные логические схемы и изобрел логические машины. В своих трудах Р. Луллий изложил метод решения задач, принципы,

приемы, операции, применяемые материалы, обозначенные буквами, знаками и их комбинациями.

В средние века поисками секретов творчества были заняты различные псевдонауки: алхимия, астрология, черная и белая магия, каббалистика, символическая геометрия, геомантия, пиромантия, хиромантия, гидромантия, некромантия, нигромантия. Каждая из этих «наук», как правило, подразделялась на отдельные «искусства», а последние имели ряд «секретов», или методов. Методика поиска решения задач, или «секреты искусства», держалась в строгой тайне.

Алхимики ошибались уже в самой постановке таких задач, как создание вечного двигателя, панацеи, эликсира жизни, искусственного золота, «камня мудрости». Однако они внесли немалый вклад в развитие методики технического творчества, особенно в области химии. Им принадлежит часть авторства в серии изобретений и открытий. В ряде случаев изобретения являлись побочным продуктом поисков на основе ложной концепции. Однако и этот процесс в известной мере был творческим, так как требовал по меньшей мере способности увидеть новое. Так, в 1674 г. алхимик Бранд при попытке получить из человеческого волоса жидкость для превращения серебра в золото открыл фосфор.

В большинстве случаев алхимики придерживались определенной методики поисков решения задачи или сами создавали методические приемы. Т. Парацельс, например, считал, что новые вещества можно создавать, пользуясь стратегией преобразования натуральных веществ посредством применения следующих методов: а) кальцинации, обжига, прокаливания, цементации, реверберации, б) сублимации, в) растворения, г) разложения, д) дистилляции, е) коагуляции и з) изменения формы, краски, устойчивости. Эти методы широко использовались алхимиками-изобретателями. Так, например, Роджер Бэкон сообщил о том, что методом сплавления ему удалось создать новое вещество — «красный эликсир», являющийся сплавом серы с киноварью.

Важное значение в средневековье имели труды изобретателей и ученых, отрицавших приемы алхимии. В первую очередь следует отметить великого изобретателя Леонардо да Винчи. Анализ научно-технического творчества Леонардо да Винчи показывает, что он успешно

применял конкретные методы изобретательства в практике решения технических задач. Особое значение Леонардо да Винчи придавал методу моделирования. Он строил модели летательных аппаратов, гидротехнических сооружений, лодок, водоворотов. Методом аналогии с живой природой он проектировал летательные аппараты по подобию птиц и летучих мышей и излагал теоретические основы метода в трактате «О летании и движении в воздухе». На основе аналогии с другими техническими устройствами он усовершенствовал счетчик пройденного пути, описанный Витрувием. По аналогии со спиралеобразным винтом Архимеда Леонардо да Винчи изобрел геликоптер. Методом дублирования технических элементов он создавал двухверетенную самопрялку, методом мультипликации элементов — серию органных пушек. Применив метод обратной связи, Леонардо да Винчи изобрел вертел для поджарки мяса, скорость вращения которого зависела от интенсивности пламени.

Значительным вкладом в методику изобретательства являлись труды Френсиса Бэкона. Английский ученый полагал, что подлинное назначение науки состоит в том, чтобы служить техническим изобретениям, и сожалел, что господствовавшие в его время науки нисколько не содействовали изысканию практических приемов создания изобретений. Орудием разума он считал метод. Из-за незнания методики, по его мнению, длительное время оставалось не найденным такое лежавшее под ногами изобретение, как книгопечатание. В качестве метода решения творческих задач Ф. Бэкон предложил индукцию.

Французский философ Р. Декарт, отрицавший схоластический метод Р. Луллия, предложил свой рационалистический метод, основными приемами которого он считал индукцию и дедукцию. Метод он сравнивал с путеводной нитью Ариадны, используемой тем, кто хочет проникнуть в лабиринт. В книге «Рассуждение о методе» Р. Декарт предложил методы «умственных действий». По его мнению, «мало иметь хороший ум», главное — «его хорошо применять».

В XVII веке Б. Спиноза в своем «Трактате об усовершенствовании разума» назвал методы интеллектуальными инструментами. Правильные методы, по его мнению, должны обеспечить оптимальный выбор идей, содержать

правила познания неизвестного и определить порядок отсечения бесполезных возможностей.

Я. Лейпольд в своем труде «Театр машин» показал, что машины можно создать методом расчленения технических объектов на составные части и комбинирования этих составляющих.

Г. В. Лейбниц считал, что в мышлении «лучше всего приучиться поступать методически и выработать в себе образ мыслей, при котором связь их определяется разумом, а не случаем (т. е. незаметными и случайными впечатлениями)». По мнению Лейбница, нет ничего существеннее умения найти источник изобретений — это важнее, чем создание самого изобретения. Он предполагал, что возможно создать особый универсальный язык, вроде программы систематического решения творческих, в том числе изобретательских задач. Еще в молодости Г. В. Лейбниц разработал собственную методику изобретательства *(ars inveniendi)* и методику комбинирования *(ars combinatoria)*. Он придерживался мнения, что методика изобретательства вместе с искусством доказательства принадлежит к области логики.

Последователь Лейбница Вольф рассматривал основы методики изобретательства *(Erfindungskunst)*, ее цели, задачи, области применения, правила и методы. По его мнению, те, кто обладает знанием методики изобретательства, работают в области науки и техники успешнее. Методику изобретательства Х. Вольф понимал не как неизменное, постоянное, а как непрерывно развивающееся знание. То, что некогда требовало «божественного разума» для нахождения решения, в другое время, по мере овладения опорными знаниями, может стать «детской игрой». Х. Вольф считал, что овладение методикой изобретательства не заключается только в освоении ряда правил. Тот, кто глубоко освоил методику изобретательства, способен сам создавать новые методы, позволяющие решить изобретательскую задачу на более высоком уровне, чем это разрешают старые известные методы. Для нахождения нового нужно овладеть как методикой изобретательства, так и опорными знаниями. К решению задачи можно приблизиться двумя путями — посредством опыта и посредством логического мышления или посредством того и другого. Большое значение в изобретательстве Х. Вольф придавал нахождению скрытых, ранее не замеченных аналогий между объектами.

Неудачи в поисках решения изобретательской задачи Х. Вольф объяснял главным образом методическими ошибками или ошибками, связанными с замыслом.

Одним из фундаментальных трудов по методике технического творчества является книга чешского мыслителя Б. Больцано «Науковедение», четвертая часть которой называется «Искусство изобретательства». На 282 страницах автор изложил методику изобретательства, состоящую из эвристических правил и методов. Термином «искусство изобретательства» Б. Больцано обозначает эвристику — науку о творческом мышлении. Первым общим правилом он считал определение цели и отсечение непродуктивных направлений поисков. Далее выясняется основной вопрос задачи, анализируется известное знание и определяются выводы из этого знания. Затем выдвигаются пробные предположения и гипотезы, делаются попытки решить задачу разными методами, критически проверяются собственные и чужие суждения и решения, производится отбор наиболее ценных суждений, оцениваются суждения, решения и ситуации. В книге Больцано содержатся и специальные правила решения творческих задач. К специальным правилам изобретательства Б. Больцано причислял нахождение целенаправленных задач, выявление представлений, появившихся в подсознании, оценку их реальности, объема, аналогов, а также логические операции и приемы мышления. Он рассмотрел различные виды умозаключений, наиболее частые ошибки и типы интеллектуальных задач.

В XVIII веке Д. Г. Штейнбарт рассматривал вопросы создания изобретений в своих трудах по практической логике. Он считал, что каждое изобретение создается на базе известного, существующего путем сопоставления известных данных, предметов, идей методами их разделения, объединения, комбинирования. Основными источниками изобретений Д. Г. Штейнбарт считал выявление скрытых свойств предметов, определение причин изменений и функционирования вещей, обнаружение полезности предметов и явлений, нахождение аналогий.

Проблемы научного и технического творчества широко освещены в трудах Г. Гельмгольца. По его свидетельству, догадки относительно решения творческой проблемы приходят в итоге всестороннего рассмотрения ее, что позволяет мысленно обозревать все ее глубины и узлы. Без

продолжительной предварительной работы это большей частью невозможно.

Английский естествоиспытатель и материалист XVIII века Д. Пристли считал, что творческие находки ищут, как охотник ищет добычу в лесу, и что значительную роль играет случайность. Он рекомендовал метод осуществления неожиданных аналогичных экспериментов, считая, что самыми смелыми и самыми оригинальными экспериментаторами являются те, кто, предоставляя свободу своему воображению, допускают сочетание самых далеких друг от друга идей. И хотя многие из этих идей впоследствии окажутся фантастичными, некоторые могут привести к величайшим и капитальным открытиям.

Французский психолог Т. Рибо считал основным источником изобретений воображение. Он принципиально отрицал возможность создания методики изобретательства, однако указал на огромное значение методов объединения, разъединения и аналогии, широко применяемых современными изобретателями. Он писал, что человек изобретает только потому, что способен составлять новые сочетания из идей. Большое значение Т. Рибо придавал аналогиям. Труды его были использованы при создании ряда практических методик изобретательства. Так, например, широко известная в США методика изобретательства — так называемая «синектика», предложенная в наше время В. Гордоном и усовершенствованная его последователями, рекомендует применять метод эмпатии (по Рибо — олицетворения, одушевления технического объекта), метод символической аналогии, метод использования метафор (по Рибо — мистического воображения), метод переноса (по Рибо — метаморфозы, переноса на основании частного сходства), методы объединения, расчленения и др.

И. Кант придавал огромное значение в техническом творчестве подражанию. «Подражание есть нечто, совершенно отличное от обезьянничанья. Подражание не так далеко отстоит от гения, как это принято думать. Нет никакого духовного прогресса, никакого изобретения без того, чтобы человек не подражал заранее известному в новом отношении. Так, Ньютон, подражавший падению яблока, и Кеплер, подражавший гармоническим отношениям, заслужили имя законодателей неба. Подражание примерам также служит руководящей нитью для гениев, но только не тому, что в этих примерах есть буквального

и ложного, не их букве, но их духу... Не было ни одного великого изобретения, которое не могло бы рассматриваться как некое соответствующее отношение к предшествующим открытиям».

Известный ученый-химик В. Оствальд был горячим приверженцем создания методики научно-технического творчества. По мнению В. Оствальда, методике изобретательства можно научиться. Он выражал надежду, что искусство изобретения все в большой мере будет становиться общим достоянием и в конце концов сделается столь же необходимой и обыденной принадлежностью обихода духовной жизни, как например, пища, чтение и письмо. Изобретать можно, следуя определенным принципам. Творчество Т. А. Эдисона, по его мнению, представляет иллюстрацию этого тезиса. В конце XIX и в начале XX века произошли большие изменения в характере творчества. Если раньше за творческими находками отправлялись, как охотник за добычей в лес или в поле, который не знает, что он найдет и найдет ли вообще что-нибудь, то сейчас, по мнению В. Оствальда, охота заменяется продуманной облавой и нужно быть неумелым охотником, чтобы упустить затравленную дичь.

В развитие методологии творчества свой вклад внес французский математик А. Пуанкаре. Творчество, по его мнению, заключается в создании новых полезных комбинаций. Он утверждал, что бесплодные комбинации даже не приходят в голову изобретателю, что в этом отношении изобретателя можно сравнить с экзаменатором второй ступени, который спрашивает только кандидатов, допущенных к экзаменам после первого испытания.

Ф. Йейтс придерживался мнения, что успешная разработка изобретательской идеи зависит от целого ряда факторов. В первую очередь важно выявить возможности практического использования идеи, ее новизну, заинтересованность достаточного количества людей в использовании идеи. Целесообразно знакомиться с результатами аналогичных законченных работ и принимать решение о продолжении или прекращении творческих поисков в свете полученные данных. Разработка изобретения, несомненно, зависит от владения основами конструирования, оптимального использования материалов, умения свести идею к наиболее простому варианту, учета требований в отношении надежности и долговечности объекта. Немаловажными факторами являются также

восприимчивость и достаточно широкий кругозор новаторов техники, неустанное экспериментирование и отношение к созданию каждой отдельной части объекта как к самостоятельной изобретательской задаче.

Основы методики изобретательства в наше время пытаются осмыслить многие известные зарубежные патентоведы. В США К. Д. Туска выдвигает некоторые практические методы решения изобретательских задач: метод сознательного использования случайностей, метод использования побочных результатов поиска и метод выявления общественной потребности.

Другой американский патентовед Г. А. Тулмин считает главными методами изобретательства традиционные логические методы: изменение размеров, трансформацию, изменение пропорций, изменение степени воздействия, транспозицию частей объекта, дублирование, интеграцию, изолирование, изменение способа осуществления операций и автоматизацию действий объекта.

А. Ф. Осборн разработал методику группового генерирования новых идей под названием «мозговая атака» *(brainstorming)*. В этой методике, наряду с элементами традиционных методов изобретательства (замещения, переноса, объединения, разделения, инверсии и т. д.), применяются другие приемы, стимулирующие воображение: система сжатых сроков, обсуждение проблем в свободной обстановке без критики, создание обстановки соревнования, выдвижение шуточных предложений.

Характерным представителем так называемого эвристического направления за рубежом является американский ученый Д. Пойа, который понимает эвристику как «искусство изобретательства» *(ars inveniendi)*. Однако он придерживается мнения, что разработка безотказно действующих правил, применимых для решения всех возможных задач, — это задача неосуществимая. Эвристика может стремиться изучить типичные приемы и процессы — умственные операции, ходы, шаги, полезные при решении задач. Такие приемы могут подсказываться определенными стереотипными советами и вопросами, которые новаторы задают сами себе, а хорошие учителя — своим ученикам. Совокупность таких советов и вопросов, в достаточной мере обобщенных, является искусством применения этой методики в конкретных условиях.

Оригинальные взгляды на методику технического твор-

чества высказывает Д. С. Пирсон. Помимо традиционного для американских методологов и подробного списка контрольных вопросов, при решении творческих инженерных задач он обращает особое внимание на преодоление барьеров, тормозящих творческое мышление, в числе которых он называет барьеры восприятия, барьеры культуры, барьеры среды и эмоциональные барьеры. Д. Пирсон вывел так называемое уравнение творчества и привел конкретные примеры того, как с помощью этого уравнения решаются различные творческие инженерные задачи.

Зарубежным специалистам принадлежит ряд разработок конкретных методик решения изобретательских задач, которые претендуют на универсальность применения. Наиболее известны из них следующие:

— морфологический подход к решению творческих задач Ф. Цвики (методы морфологического ящика, систематического перекрытия поля поисков, сличения совершенного с дефектным, отрицания и конструирования, экстремальных показателей и генерализации);

— систематический подход И. Мюллера, основанный на эвристическом алгоритме решения изобретательских задач;

— методика «мозговой атаки» А. Ф. Осборна (и ее разновидности);

— методика синектики В. Дж. Гордона, усовершенствованная Дж. М. Принсом и другими;

— методика Д. С. Пирсона, основанная на его уравнении творчества;

— методика фокальных объектов Ч. С. Вайтинга;

— методика инженерного проектирования систем (Дж. Р. Диксон, Г. Х. Гуд и Э. Макол);

— методика комплексного решения технических проблем С. Вита;

— методика творческого инженерного конструирования Г. Р. Буля.

В последнее время значительно расширились исследования в области методики технического творчества и практического применения их результатов в Чехословакии. Наиболее интересными исследованиями чехословацких специалистов в этой области являются труды М. Виммера, К. Бачковского и С. Вита. Методическое направление, представленное упомянутыми специалистами, преследует главным образом разработку системы

рационального использования операций формальной логики: анализа, синтеза, индукции, дедукции и т. д.

Так, М. Виммер не считает создание изобретения самоцелью, а предлагает попытаться сперва решить техническую задачу простыми средствами — применением известного объекта или способа для других целей, приспособлением к новым условиям. Кроме того, он рекомендует решать технические задачи методом изменения и трансформации известного решения (путем соединения, агрегатирования, мультипликации элементов, разъединения, замены частей или материалов их эквивалентами, кинематического реверсирования) и методом решения изобретательских задач на основе нового принципа.

Основными методами технического творчества К. Бачковский считает: применение известного решения для других целей, перенос процесса или устройства в другую область, агрегатирование, комбинирование, приспособление известного решения к новым условиям путем изменения вида, формы, материала, конструктивных элементов, функций и т. д.

С. Вит предлагает методику комплексного решения технических проблем. Процесс решения автор разделяет на следующие этапы: постановка проблемы, поиск метода решения, поиск средств для достижения цели и выбор оптимального решения.

Методика изобретательства изучается и в Польской Народной Республике. Ряд проблем технического творчества обсуждают в своих трудах польские ученые Я. Лахович, С. Бляховский, З. Петрасинский, Т. Новацкий и А. Матейко. Интерес представляют работы Е. Талейко, в которых он рассматривает объективные возможности обучения техническому творчеству, приводит результаты исследования мотивов технического творчества, обсуждает алгоритмы и эвристики творчества и личность изобретателя. Е. Талейко рассматривает целый комплекс вопросов: творчество и его виды, типологию творческого мышления, методы изобретательства, личность творца, влияние возраста и внешних факторов на творческую личность и результаты его труда, социальные вопросы творчества. Он доказывает возможность культивирования творческих способностей, воспитания интересов и применения эвристических методов творчества.

Серьезные исследования в области методики технического творчества появились в последнее время в Герман-

ской Демократической Республике. Среди них особый интерес представляют труды по системной эвристике И. Мюллера, разработавшего алгоритмическую методику изобретательства, исследования по интеррогативной логике Ф. Лезера, а также публикации В. Гильде и К. Бруне.

Значительный вклад в развитие методики технического творчества внесли ученые нашей страны. Еще в царской России латышский ученый академик В. И. Вальден указывал, что техническое творчество должно стать существенной частью государственного хозяйства и не может носить случайного или чрезвычайного характера. Для коренного улучшения положения он предлагал конкретные мероприятия, утверждая, что «ближайшими задачами государства и общественных организаций являются: 1) пробуждение воли к творчеству, 2) обучение творчеству, 3) объединение творческих сил и 4) направление творческой работы в сторону наибольшего экономического эффекта».

Теорию технического творчества, называемую техноэврилогией, пытался создать патентовед П. К. Энгельмейер. По его инициативе в 20-х годах в нашей стране был основан Эврилогический институт, в котором, правда, изучалось в основном литературное и художественное творчество.

Развитием исследований творчества активно интересовался академик В. М. Бехтерев, предложивший устроить «Пантеон мозга» — гигантский институт, в котором изучались бы особенности творчества великих людей, черты их психологии, анатомия и образ творческого мышления. Творчество, по мнению В. М. Бехтерева, является цепью сочетательных или высших рефлексов, сцепленных друг за другом для достижения определенной цели, а цель, в свою очередь, всегда дана либо в прошлом аналогичном опыте, либо в опыте других. Разложение сложного объекта как раздражителя, избирательное обобщение и планомерная комбинация являются главными приемами творчества. В. М. Бехтерев считал, что творчеству можно и нужно учить и к нему следует подготавливать.

Попытку создать всеобщую организационную науку — тектологию, сделал А. А. Богданов. Он придерживался мнения, что любую познавательную и практическую задачу можно поставить в универсальной обобщенной форме и решать всеобщим методом. Задачи техники, по

его мнению, должны рассматриваться как организационные, решаемые путем применения ряда универсальных организационных принципов (формирующий принцип ингрессии, осуществляемый методом конъюгации, принцип цепной связи, осуществляемый методом посредствующих комплексов и методом дезынгрессии, регулирующий принцип широкого подбора, осуществляемый методами консервативного подбора, подвижного равновесия и прогрессивного подбора). Универсальный подход к решению любых задач оказался необоснованным, однако в трудах А. А. Богданова можно найти рациональное зерно, если рассматривать предложенные им принципы и методы как элементы тактики решения частных задач.

Большое значение для методологии изобретательства имеют исследования советского ученого С. М. Василейского, предлагающего психологически обоснованные методы решения изобретательских задач. Он писал: «Мы считаем, что если методы понимать в смысле схематических рецептов, то возлагать на них больших надежд не приходится; если же понимать их как конкретные выражения действительности мышления и притом в их живом взаимодействии и связи, а также с учетом прежнего творческого опыта, то их роль довольно значительна, как в деле осмысливания психологической сущности изобретательской работы, так и в смысле практического применения их (новаторами техники) в своей творческой деятельности». В основе методов технического изобретательства лежат те же важнейшие умственные операции, которые свойственны мышлению: анализ, синтез, аналогия и т. д. Однако, по мнению С. М. Василейского, в техническом изобретательстве они проявляются в усложненных, качественно своеобразных формах. В одних случаях с большей силой выражена тенденция к объединению, синтезу, интеграции, в других — к расчленению, анализу, дифференциации, в третьих упор делается на аналогию, в четвертых ценные результаты получаются на основе противопоставления, редукции, гиперболизации. Изобретательская задача указывает, что́ надо изобрести, а метод — ка́к это изобрести, создать, сконструировать. Предрасполагающими психологическими тенденциями к применению эвристических методов является ассоциация, сжатие поля ассоциации, напряженное внимание, создание новых временных связей, неудовлетворенность качеством вещи и т. д.

Изучая методы С. М. Василейского, В. Н. Пушкин констатировал, что некоторые из них имеют общие черты с эвристическими методами Д. Пойа. В. Н. Пушкин, рассматривая проблемы эвристического программирования, приходит к выводу, что не все реальные задачи решаются по принципам поведенческой психологии «стимул — реакция», «проба — ошибка» и не согласуются с представлением о процессе решения задач как о прохождении лабиринта. Для построения теории эвристической деятельности важное значение имеет понятие информационной мозговой модели деятельности, в соответствии с которой в мозгу человека возникает модель проблемной ситуации, состоящая из элементов условий задач. В результате экспериментального анализа В. Н. Пушкин пришел к выводу, что процесс решения задачи вслед за анализом проблемной ситуации проходит этап организации элементов задачи в единое целое. На этой основе формируется план решения задачи.

Аналогичные проблемы рассматривает О. К. Тихомиров, который пришел к выводу, что эвристики человека и кибернетической машины принципиально отличаются. Широко распространенному описанию человеческого мышления по аналогии с работой вычислительных машин О. К. Тихомиров противопоставляет психологический анализ ряда функциональных механизмов, от которых «машинные эвристики» абстрагируются.

Серия исследований Я. А. Пономарева посвящена изучению творческого мышления путем экспериментального анализа психологических механизмов решения творческих задач. По мнению Я. А. Пономарева, когда у изобретателя не хватает знаний для необходимого преобразования проблемной ситуации логическим путем, ему помогает интуиция. Рождению интуитивного знания может помочь подсказка. В основу гипотезы, объясняющей механизм такого явления, Я. А. Пономарев положил факт неоднородности результата действия в ситуации подсказки — наличия в нм прямого (осознанного) и побочного (неосознанного) продуктов. При определенных условиях (когда задача предшествует подсказке, а затем вновь следует за ней) возникает возможность осознания этой части результата действия, превращения побочного продукта в прямой, — в итоге задача решается.

Попытку исследовать механизмы творческого процесса предпринял И. М. Розет. На основании экспериментов он

пришел к выводу, что творческое воображение имеет существенную закономерность — анаксиоматизацию — отбрасывание второстепенных подробностей, отдельных элементов, пренебрежение некоторыми условиями задачи, обесценивание некоторых отношений. И. М. Розет связывает анаксиоматизацию с абстрагированием, отрешением от привычных представлений, что особенно важно в изобретательском творчестве. По его мнению, в эвристических процессах наряду с анаксиоматизацией действует особый психологический механизм — гипераксиоматизация — повышенная оценка удачной, с точки зрения субъекта, находки, которая относительно обесценивает другие способы выполнения задания. Гипераксиоматизация обусловливает применение метода сокращенного числа вариантов.

Ю. Н. Кулюткин считает, что собственно предмет эвристики составляют выявление и разработка *метаспособов* — методов, с помощью которых человек открывает новые способы решения задач, строит нестереотипные планы и программы, позволяющие отыскать содержательные способы решения задач. Реальные стратегии решения задач, по мнению Ю. Н. Кулюткина, не являются ни чисто стандартизованными, ни чисто эвристическими. Определенные структуры поисков и решений, описываемые в виде логических цепей и последовательностей операций, возникают, выкристаллизовываются как результат работы сложной системы. Такие эвристические приемы, как временное упрощение ситуаций, анализ общего положения на отдельных примерах, рассмотрение «крайних случаев», переформулировка требований, решение от конца к началу, блокирование составляющих в анализируемой системе, использование аналогий, направлены на поиск конкретного способа решения, генерирование идеи. Когда идея построена, снятые ограничения снова восстанавливаются.

А. В. Брушлинский изучал процессы мышления и решения задач. Он утверждает, что мышление преобразует проблемную ситуацию в осознаваемую человеком задачу. Возникновение задачи означает, что удалось хотя бы предварительно расчленить известное и неизвестное. Начальная формулировка задачи в некоторой степени определяет искомое. Искомое всегда так или иначе связано с известным. Поиск искомого осуществляется путем изучения связей и отношений между известными и неиз-

вестным, анализа и открытия новых, ранее не замеченных связей и отношений. Изобретателю, напряженно думающему над задачей, может помочь счастливый случай. Подсказкой может служить и вспомогательная, менее трудная задача.

Ленинградский ученый В. И. Ковалев исследует диалектику творческих поисков, роль догадки воображения и опыта в техническом творчестве. Он рекомендует следующие методы изобретательства: трудовой, или практический, аналитический, метод подбора, угадывания, или метод проб и ошибок (метод Эдисона), методы интуиции, разложения процессов во времени или пространстве (метод разделения и совмещения функций), превращения вредных явлений в полезные, замены неизменяемых жестких связей гибкими, обращения, использования новых сил, новых деталей и материалов, обнаружения или придания деталям новых свойств и функций (метод замены одних свойств другими) и комбинирования.

Представляет интерес набор методов изобретательства, используемых В. А. Шубиным при обучении методике технического творчества в Ленинградском народном университете технического творчества. Все методы изобретательства он делит на следующие группы: методы формального предположения, методы конструктивно-технологической подсказки, методы внутреннего преобразования объекта, методы технологической подсказки, методы энергетических и схемных преобразований.

В. А. Моляко исследовал роль аналогий в конструкторских замыслах. Методы и приемы решения конструкторских задач он подразделяет на три группы: а) сравнения по сходству и различию, б) переноса узлов, деталей, функциональных свойств и принципов одних конструкций в другие, в) перекомбинации деталей и частей, реконструкции структур и т. д. с целью достижения определенных функциональных свойств технического объекта.

В. Г. Разумовский предлагает обучать молодых новаторов техники методам агглютинации, увеличения или уменьшения, расчленения, объединения, замещения, аналогии и сведения сложного к простому.

В. В. Иванов разработал методику решения изобретательских и рационализаторских задач, включающую следующие методы технического творчества: превращение вредного явления или процесса в полезные, изменение количества операций, рабочих элементов и функций,

идеализация, инверсия, функциональная аналогия, разложение функции на элементарные, совмещение функций, распределение функций, приведение к единству функций и структур, изменение состояния, формы, положения технического объекта в пространстве, изменение внешней среды, перенос известных решений в другой области и метод использования новых научных открытий.

Г. С. Альтшуллер считает главными приемами решения изобретательских задач увеличение или уменьшение, изменение условий работы объекта, разделение, совмещение, компенсацию, прием «наоборот», динамизацию и др. Он предложил несколько вариантов методики решения изобретательских задач, называемых им алгоритмом изобретательства. Однако предложенные им основы методики встретили серьезную критику в нашей стране и за рубежом (З. Петрасинский, В. И. Белозерцев, В. Е. Царегородцев, Л. Теплов, В. И. Орлов и др.).

И. Я. Конфедератов выдвигает следующие методы инженерного творчества: прецедента, вариантов, прогнозирования, первого приближения, масштабности, конечных условий, равнозначности, эмпирический, графоаналитический, формализации, локализации узкого места, нормализации, сопоставления значимости, причинности, технологичности, старого следа, эвристического витка, «медиума», косвенных признаков, гипотез, аналогии и адекватного проектирования. В развитии технологических машин И. Я. Конфедератов усматривает три главных направления, которые одновременно характеризуют методы изобретательства: а) превращение ручного орудия в машину без изменения названия и функции путем изменения источника энергии (ручной молот — механический молот), б) превращение ручного орудия в рабочий орган машины (пила — лесопильная рама, резец — токарный станок), в) замену пальцев человека деталями машины (вязальные и прядильные станки) и освобождение рук от силовой работы.

В. И. Белозерцев считает, что основные пути решения технических задач следующие:

— утилизация естественных материалов, их свойств и естественных процессов;

— применение синтетических конструкционных материалов и синтетических материалов с комплексом свойств;

— увеличение в системе техники объема и роли технических средств связи, контроля, регулирования и управления;
— дифференциация конструктивных форм;
— специализация функций и форм технических объектов;
— интеграция техники;
— интенсификация технологических процессов;
— упрощение функций и форм технических объектов;
— технологизация;
— расширение применения безмашинной техники;
— интенсификация преобразования природы при все возрастающей независимости техники от природы.

Методику направленного мышления в техническом творчестве предложил Н. И. Середа. Сущность этой методики заключается в тезисе об отсутствии особых операций по созданию изобретений. Мышление человека всегда носит творческий характер. Для создания изобретений необходимо овладеть в первую очередь операциями мышления: аналогией, анализом, синтезом и т. д. Автор методики придерживается мнения, что рекомендации и советы для изобретателей должны быть весьма общими.

Под руководством В. В. Чавчанидзе разработана методика индуцирования психоэвристической деятельности, осуществляемого путем проведения психоэвристического эксперимента, в котором принимает участие ведущий, испытуемый и ЭЦВМ. Этот интеррогативный метод перспективен для решения сложных технических задач. Для широких изобретательских кругов определенный интерес представляет упрощенный его вариант с применением простых технических средств и вопросника.

Публикаций, относящихся к вопросам методики технического творчества, насчитывается более двадцати тысяч. Предложено около тридцати оригинальных методик и более трехсот методов решения изобретательских задач. В этой брошюре отмечены лишь некоторые разработки, которые могут ввести читателя в проблематику методики изобретательства.

2. ПРОЦЕСС ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

Различаются два типа изобретателей. Изобретатель интуитивного типа быстро генерирует изобретательские идеи и лишь затем проверяет их и применяет на практике. Представитель логического типа накапливает знания, опыт, анализирует, осваивает методы творчества и на основе переработки этой информации генерирует идеи. В реальных условиях, как правило, наиболее распространен смешанный тип с преобладанием одного из названных. Наиболее продуктивно работают изобретатели, совмещающие оба типа без чрезмерной выраженности одного из них. Трудно найти изобретение, созданное без участия как интуиции, так и логики.

По мнению американского психолога Дж. Брунера, основной чертой интуитивного мышления является тенденция охватить всю проблему сразу. В интуитивном процессе отсутствуют этапы, в противоположность процессу систематического мышления. Поскольку чисто интуитивный процесс создания изобретения — явление исключительно редкое, выделение в творческом процессе этапов в интересах его оптимизации имеет важное практическое значение. Известно много попыток определить структуру творческого процесса изобретателя. Опубликованные исследователями конкретные схемы творческого процесса имеют много общего и в большинстве случаев различаются последовательностью подразделения отдельных этапов на шаги и количеством этапов.

Исследователь Д. О. Хебб подразделяет творческий процесс изобретателя на два этапа, исследователи Т. Рибо, Н. Д. Левитов — на три этапа, Г. Уоллес, А. Пуанкаре — на четыре этапа, И. В. Страхов — на пять, О. Зельц — на шесть, П. М. Якобсон, Дж. Росмен — на семь, Э. Фанге и Я. А. Стуль — на девять этапов. Однако споры о количестве этапов принципиального значения не имеют, поскольку всякое деление творческого процесса является условным. Даже последовательность протекания отдельных этапов в реальном творческом процессе бывает различной, а иногда один из этапов вообще

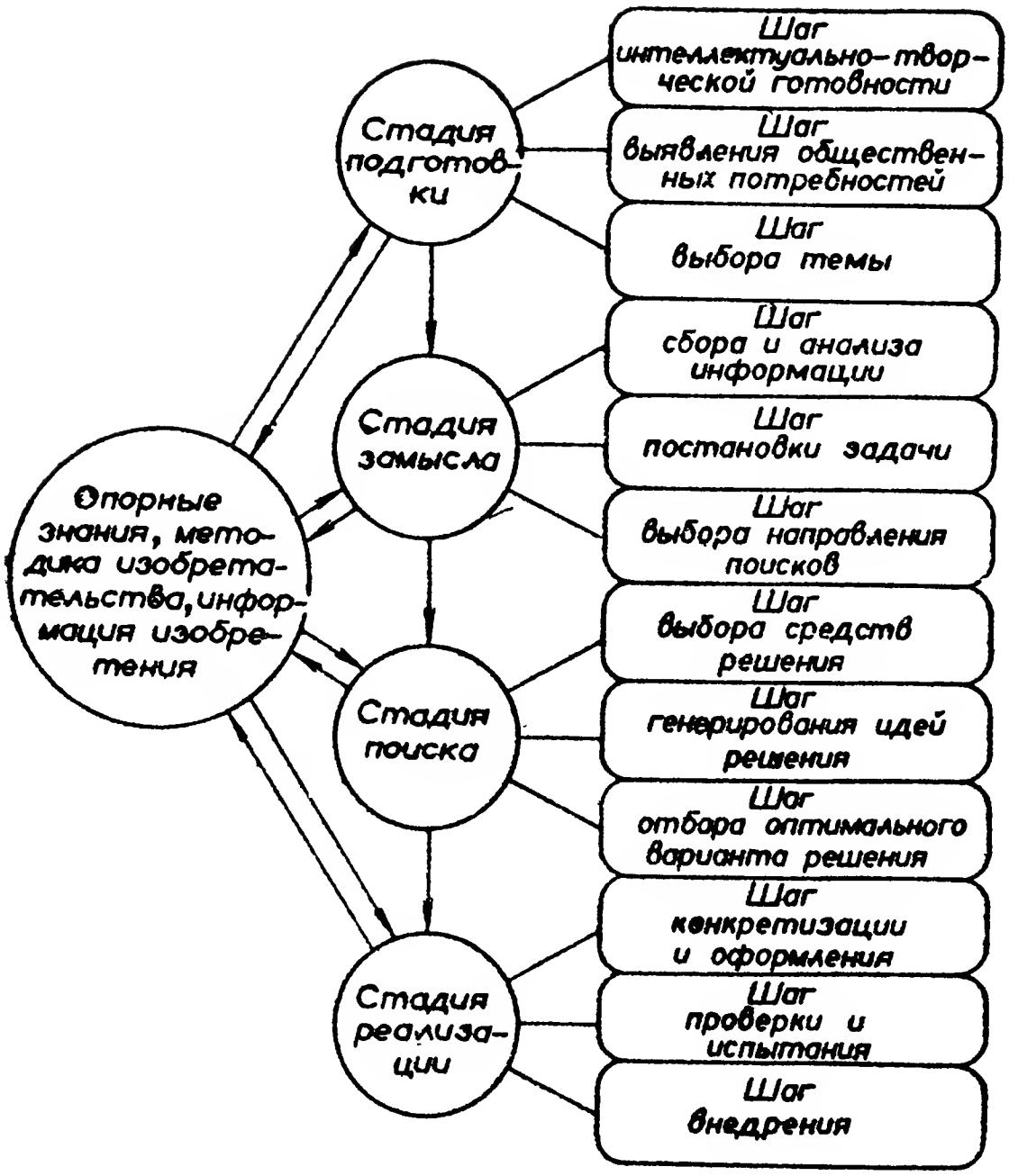


Рис. 1. **Творческий процесс создания изобретения**

отсутствует. В других случаях к определенному этапу процесса изобретатель возвращается несколько раз.

При обучении новаторов техники в латвийских народных университетах технического творчества, Рижском общественном институте патентоведения, Латвийском институте повышения квалификации специалистов народного хозяйства Латвийской ССР, на курсах по методике изобретательства, организуемых Латвийским республиканским Советом Всесоюзного общества и рационализаторов (ВОИР), принята следующая схема творческого процесса создания изобретения, основанная на исследованиях автора данной книги.

Творческий процесс изобретателя условно делится на четыре стадии: подготовка, замысел, поиск и реализация. Каждая из стадий имеет непрерывную обратную связь с информацией изобретения, опорными знаниями и освоенным фондом методики изобретательства и подразделяется на шаги (рис. 1).

На стадии подготовки происходит накопление знаний, фактов, предпосылок и мастерства, осуществляется интеллектуально-творческая подготовка личности к изобретательству. Мечта изобретателя, как правило, рождается на основе выявления и осознания общественной потребности и объективно существующей проблемной ситуации. Стимулами при этом являются недовольство существующим положением и эвристическая установка на изобретательскую задачу. На этой стадии определяются также конкретная тема и ее основной вопрос или цель и возникает желание осуществить разработку этой темы.

История техники показывает, что изобретателями становились люди разных профессий, происходившие из различных классов общества, с неодинаковым уровнем подготовки. Крестьянин Ф. Блинов изобрел первый в мире гусеничный трактор, садовник Ф. Монье открыл способ изготовления железобетона, сапожник В. Каскаролла нашел светящееся вещество — люминофор, пароход создал ювелир Р. Фультон, официант парижского ресторана Ж. Ленаур построил первый газовый двигатель, повар Ф. Апперт изобрел способ консервирования продуктов, врач Мухаммед Абу Берк аль-Раси разработал способ получения спирта, крепостной крестьянин П. И. Осокин создал конструкции нефтяного двигателя, жатвенной машины, подводной мины.

Осознание факта, что область технического творчества доступна каждому, хотя уровень решения технических задач зависит от опорных знаний, психических качеств индивида и овладения методами и навыками творческой работы, есть первая предпосылка к изобретательству.

Другой предпосылкой к техническому творчеству является преодоление страха перед решением совершенно новой задачи. Благодаря массовому развитию изобретательства в нашей стране миллионы новаторов производства участвуют в решении различных по степени важности творческих задач. Однако многие рационализаторы неоправданно боятся взять на себя решение технических задач на уровне изобретения. Опыт работы творцов новой техники убедительно доказал, что при правильном методологическом подходе решить задачу на уровне изобретения не труднее, чем решить ее на уровне рационализаторского предложения с помощью беспорядочных слепых проб.

Возможности изобретательства огромны. Изобретателям удается даже опровергнуть обычное представление, отразившееся в народных поговорках. Так, например, известны старинные поговорки: «из паутины не свяжешь чулка», «из свиного уха не сделаешь шелковый кошелек». Изобретатель Э. Ж. Сент-Илер в 1709 г. продемонстрировал в Парижской Академии наук чулки и перчатки, сделанные из паутины. Чикагский химик А. Д. Литл, подвергнув химической обработке свиные уши, изготовил из них шелковистые кошельки.

Гениальные изобретатели — это прежде всего люди, первыми осознавшие общественные потребности и смело поставившие задачи для их удовлетворения.

На стадии замысла путем сбора и анализа доступной информации определяется и локализуется проблемная ситуация. Осуществляется исходная формулировка задачи, выявляется центральный вопрос, или фокальная точка задачи, определяется необходимое требование, устанавливаются существенные ограничения, связи задачи со смежными задачами, изучается история решения аналогичных задач, анализируются потребность, актуальность, осуществимость и оптимальный уровень решения. На этой же стадии создается мысленная, графическая или математическая модель проблемной ситуации, определяются основные компоненты задачи и степень их известности, а также намечаются планы поисков решения, выбираются методы этого решения и возникает его замысел.

Изобретательская деятельность — это решение технических задач путем переработки информации в условиях ее дефицита. Стратегию переработки информации, моделирующую оптимальное поведение человека в этих условиях, можно рассматривать как теорию и методику изобретательства. С этой точки зрения процесс создания изобретения состоит из двух основных элементов: контекстуальной основы, главным элементом которой является совокупность данных об общественных потребностях и противоречиях между ними и возможностями в системе «человек — техника — среда», а также искусственно конструируемой модели изобретения, постоянно корректируемой в процессе решения изобретательской задачи.

При правильной постановке задачи важно в первую очередь уточнить цель ее решения. Необходимо выяснить цели решения аналогичных задач в прошлом, их

изменение в настоящем, раскрыть причины этих изменений, изучить факты, подтверждающие целесообразность выдвижения задачи. Уточнение цели облегчает формулирование центрального вопроса задачи, что позволяет сосредоточить творческий поиск решения в одной фокальной точке.

Во многих случаях задачу целесообразно разделить на несколько подзадач и выдвинуть для каждой из них центральный вопрос. Однако зачастую параллельное решение таких подзадач приводит к результатам, с трудом объединяемым в одной системе. Поэтому для решения подзадач устанавливается оптимальная последовательность.

Известно, что формулирование изобретательской задачи в специфических терминах с учетом жестких ограничений лимитирует творческое мышление, препятствуя достижению цели. По этой причине изобретательскую задачу первоначально следует сформулировать в общем виде без специфических терминов, не упуская, однако, из вида цели изобретения и центральный вопрос задачи. Формулировку изобретательской задачи целесообразно, если это возможно, изложить письменно, графически, математически. Тщательная постановка задачи является как бы препарированием проблемной ситуации и позволяет найти хотя бы некоторые из возможных направлений поисков, а зачастую и отправные точки, ограничивающие поле поисков решения задачи.

На стадии поисков предвосхищается план решения путем мысленных проб, направленных на трансформирование проблемной ситуации. На этой стадии генерируются изобретательские идеи, определяются принципы решения задачи, которые верифицируются с последующим выбором оптимального принципа решения на основе выявленных положительных и отрицательных данных. Затем этот принцип превращается в конкретную схему, которая анализируется и усовершенствуется.

В поисках решения задачи используется весь фонд типовых методов технического творчества. Методы логического решения изобретательских задач далеко не всегда обеспечивают нахождение оригинальной и эффективной идеи изобретения. Методы хаотических случайных проб пригодны для генерирования оригинальных идей, однако весьма редко позволяют найти решение и достаточно трудоемки. Наиболее эффективно в большинстве

случаев направленное методическое мышление с сознательным использованием в творческом процессе случайностей.

Несмотря на методически обоснованный подход к решению изобретательской задачи, случается, что оно заходит в тупик и противоречия, возникшие по объективным или субъективным причинам, кажутся неразрешимыми. Однако из этого не следует, что конкретная изобретательская задача неразрешима. Принципиально каждая изобретательская задача, которая может быть поставлена, может быть и решена, если не в настоящий момент, то в ближайшем будущем. Разумеется, это относится только к реальным, а не к мнимым, ошибочным задачам, задачам-химерам. Из временного тупика, который возникает зачастую из-за ошибок в подходе к решению, ведет много выходов. Укажем на некоторые из них.

Пересмотр и переформулирование задачи часто оказываются полезными, поскольку анализ проблемной ситуации и творческие, даже неудачные пробы обычно дают новую информацию, выявляют не замеченные ранее связи, открывают новые направления поиска, расширяют или ограничивают поле поиска решения, позволяют глубже оценить задачу и возможности ее решения.

Чаще всего постановка задачи пересматривается с помощью следующих приемов:

— изменением планируемого уровня решения задачи, например, заменой конструкторской задачи об усовершенствовании объекта задачей нахождения нового принципа, позволяющего достигнуть цель изобретения;

— постановкой задачи в более общем виде, с указанием только ее цели;

— изменением требований к результатам решения задачи;

— дроблением задачи на несколько подзадач с собственными фокальными точками;

— двухступенчатой постановкой задачи, предусматривающей решение сперва более простой задачи, которая выполняет роль подсказки;

— постановкой вспомогательной задачи для выяснения того, как решалась бы задача при изменении параметров объекта от нуля до бесконечности;

— постановкой инвертированной задачи;

— постановкой задачи с определением идеальных искомых компонентов;

— постановкой упрощенной задачи на уровне технических возможностей определенной эпохи прошлого, например, на уровне технических возможностей античности;

— постановкой задачи с коренным изменением условий, (например, перемещение в условия воображаемой планеты в соответствии с описаниями научно-фантастической литературы).

Помимо трансформации постановки задачи, возможны и другие пути выхода из тупика при ее решении. Чаще всего изобретатели в этих случаях используют:

— подбор новых методов решения из арсенала методики изобретательства (библиотеки эвристических методов средств решения изобретательских задач);

— мысленные попытки решения задачи наименее вероятными методами, традиционно применяемыми для решения изобретательских задач в других, очень отдаленных областях (например, попытка применения в области радиотехники принципов, используемых для селекции новых пород скота);

— организацию коллективного генерирования идей с привлечением специалистов различных областей и лиц, не осведомленных в данном вопросе;

— изображение проблемной ситуации с помощью диаграмм потока с указанием последовательности шагов и структуры процесса, точек принципиально возможных решений или элементов процесса;

— актуализацию опыта прошлого. При этом отыскивают сведения и методы решения аналогичных и инвертированных задач в прошлом, рассматривают на уровне современных знаний и возможностей старые, не внедренные патенты и привилегии, отвергнутые проекты;

— попытки извлечения пользы из побочных результатов неудачных мысленных проб;

— дробление общественных потребностей на субпотребности с последующим созданием отдельного технического объекта для удовлетворения каждой из субпотребностей;

— поиск новых, не замеченных связей между компонентами задачи и элементами предполагаемого технического объекта. Особое внимание обращают на анализ малозначительных, на первый взгляд, связей и условий;

— временную дефакторизацию задачи и создаваемых объектов путем отказа от качественной определенности объектов с сохранением присущих им отношений или

путем отказа от некоторых отношений с сохранением качественной определенности;

— попытки установить условия, при которых решение оказалось бы целесообразным, с целью выяснить возможности отказаться от самой задачи или заменить ее другой для достижения той же общей цели;

— сбор заведомо нелепых идей для решения данной или инвертированной задачи с последующим анализом возможности их использования;

— временное прекращение поисков. Это создает психологическую возможность для возникновения догадки и позволяет посмотреть на задачу свежим взглядом.

Стадия реализации решения характеризуется техническим, эстетическим и правовым оформлением решения изобретательской задачи, конкретизацией его и внесением дополнительных изменений. На этой стадии осуществляется опытная проверка решения, оно получает научно-техническое и экономическое обоснование, в него вносятся поправки, подсказанные практикой, решение внедряется и получает дальнейшее развитие. В некоторых случаях к этой стадии можно отнести и расширение области первоначально намеченного применения изобретения.

Стадия реализации изобретательской задачи, по мнению П. К. Энгельмейстера, является чисто ремесленной и не требует творческой работы изобретателя. К этой же стадии Н. Д Левитов относит проверку изобретения и различные доработки, являющиеся результатом такой проверки. С. М. Василейский включает в эту стадию развернутое техническое и экономическое обоснование достигнутого результата, основные чертежные и манипулятивные операции.

Трактование последней стадии творческого процесса как чисто ремесленной противоречит современному представлению о творческом процессе изобретательства. Сколь оригинальным и четким ни было бы принципиальное решение задачи, одними размышлениями и благими намерениями, без практических действий — экономического обоснования, изготовления и проверки опытного образца, проведения лабораторных и других испытаний — трудно создать пригодное изобретение. Операции по реализации изобретения содержат творческие элементы. На этой стадии нередко существенно изменяется и дополняется первоначальное решение. Патентоведам хорошо

знакомы затруднения, возникающие в случае, если заявка на изобретение подана до его экспериментальной проверки.

Отстранение изобретателя от участия в завершающей стадии процесса создания изобретения, которое случается нередко, приводит обычно к удручающим результатам. Известный изобретатель Р. Дизель считал изобретением только реализованное решение. Советский изобретатель В. И. Мухачев предложил правило, в соответствии с которым изобретатель, решивший творческую задачу, должен участвовать в реализации своего изобретения. Участие изобретателя в стадии реализации решения расширяет его кругозор, укрепляет связи с практикой, обогащает творческий опыт. Единство теории и практики является высшим выражением единства духовной и материальной сторон во всякой деятельности людей и, в частности, в создании новой техники.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ

Методы технического творчества, базирующиеся на объективных закономерностях, открытых наукой, являются основой создания новых решений технических задач с общественной значимостью. Известно множество практических методов технического творчества, которые различаются по своей эвристической ценности, уровню разработки, общности применения, четкости определения. Фонд методов технического творчества постоянно меняется. Одни найденные методы решения изобретательских задач становятся стереотипными и используются для решения других задач аналогичного типа. Некоторые методы технического творчества постепенно разрабатываются до уровня жесткого алгоритма и становятся методами решения тривиальных технических задач, причем и сами задачи, решаемые этими методами, становятся тривиальными. Чем более общим является метод решения изобретательских задач, тем дольше он сохраняет свои эвристические свойства.

Методы технического творчества еще не достаточно систематизированы и классифицированы. Научно обоснованные методы технического творчества должны удовлетворять следующим основным требованиям: они должны отражать обобщенный опыт работы изобретателей, быть достаточно понятно определены и легко актуализироваться, должны быть определены возможная роль и место метода в творческом процессе изобретателя и обобщены типовые условия применимости методов. Методы должны иметь единую и четкую классификацию. Следует также обобщить известные приемы комбинирования методов, расчленения их на разновидности, приемы и операции, объединения методов в программы решения изобретательских задач.

Остановимся подробнее на классификации методов изобретательства. Такая классификация может осуществляться по различным признакам.

По признаку общности методы изобретательства можно разделить на всеобщий, общие и частные методы

изобретательства. Всеобщим методом изобретательства, как и всякого творчества, является марксистско-диалектический метаметод, причисляемый нами к стратегическим средствам решения изобретательских задач. Общие методы изобретательства применяются для решения широкого круга изобретательских задач в разных областях техники. К таким методам можно отнести методы эвристической аналогии, эвристического объединения, эвристической инверсии и т. д. К частным методам изобретательства принадлежат методы, предназначенные для решения специальных изобретательских задач или задач в определенной, как правило, узкой области техники. В их число входят, например, метод превращения возвратно-поступательного движения во вращательное, метод отдаленной гибридизации, метод компаундирования и т. д.

Следует отметить, что деление методов на общие и частные является условным: практически трудно очертить границу между одними и другими. Кроме того, в изобретательской практике узкоспециальные частные методы нередко применяются для решения ранее не предусмотренных задач и дают в случае успеха, как правило, весьма оригинальные решения.

По признаку детерминированности методы изобретательства можно делить на эвристические и алгоритмические. Жестко детерминированные алгоритмические методы принципиально непригодны для нахождения решения изобретательской задачи, хотя и могут быть использованы в творческом процессе изобретателя для осуществления операций репродуктивного типа.

Эвристические методы (неполные алгоритмы, рекомендации, предписания, не обладающие свойствами детерминированности и обязательной результативности) в настоящее время являются основными при решении изобретательских задач.

По назначению методы изобретательства, применяемые для оптимизации творческого процесса изобретателя, упрощенно классифицируются следующим образом.

№ пп.	Стадии творческого процесса	Основные методы
1	Подготовка	Поиска информации Выявления общественных потребностей Прогнозирования Выбора темы

№ пп.	Стадии творческого процесса	Основные методы
2	Замысел	Анализа информации Постановки задачи Определения поля решения Выбора средств решения задачи
3	Поиски решения	Генерирования идей Апробации идей Верификации идей
4	Реализация	Конкретизации и оформления решения Опытной проверки решения Освоения, распространения и пропаганды решения

По уровню сложности методы изобретательства разделяются на простые и сложные.

К простым причисляют способы постановки, решения, реализации изобретательской задачи, содержащие элементарные операции, применяемые в определенных типовых ситуациях. Таковы, например, метод смешивания ингредиентов вещества, метод применения гибких промежуточных элементов для соединения технических объектов или их частей и т. д.

Сложные методы содержат элементы нескольких простых. Так, метод поэтапной мозговой атаки содержит элементы обратной мозговой атаки, прямой мозговой атаки, двойной мозговой атаки и мозговой атаки экспертов. Простые и сложные методы изобретательства, как правило, применяются для выполнения определенной стадии или шага творческого процесса изобретателя.

В связи с развитием кибернетики в последнее время принято подразделять методы изобретательства на методы, предназначенные для решения изобретательских задач человеком, методы решения изобретательских задач кибернетическими машинами и методы, предназначенные для решения человеком в содружестве с кибернетическими машинами. Некоторые из этих методов могут быть универсальными.

По эвристическому принципу методы решения изобретательских задач можно условно разделить на следующие основные виды: методы эвристической аналогии,

эвристического комплекса, эвристического разделения и редукции, эвристической инверсии и методы эвристического комбинирования. Эти основные группы, в свою очередь, делятся на множество методов, имеющих свои особенности и приемы.

Особое практическое значение для изобретателей имеет классификация задач по эвристическому принципу, облегчающему выбор методов для поиска конкретного решения.

3.2. МЕТОДЫ ЭВРИСТИЧЕСКОЙ АНАЛОГИИ

Методы эвристической аналогии основываются на естественном стремлении человека к подражанию. С помощью этих методов изобретательские задачи решаются путем усмотрения аналогичных ситуаций в природе, технике, общественных и других явлениях и использования найденных аналогий для устранения противоречий, создавших проблемную ситуацию.

Простейшие аналогии видит каждый. Обнаружение скрытых аналогий — типичное качество изобретателя. Изобретатель прежде всего тот, кто видит аналогии качеств и свойств, хороший изобретатель тот, кто видит аналогии функций и поведения, наилучший изобретатель усматривает аналогии отношений и пропорций и великий изобретатель тот, кто способен усмотреть аналогии изобретательских задач и средств их решения.

Древнейшей группой методов аналогии является группа методов аналогии с природой. Природа была учителем изобретателя. Первые орудия труда человек находил непосредственно в природе. Потом он стал познавать свойства объектов природы и использовать их для удовлетворения своих потребностей. Так, например, некоторые племена Африки используют навоз в качестве связующего материала, а пепел навоза — как белила.

Начиная рассматривать эвристические методы изобретательства, следует оговориться, что методы аналогии, как и другие эвристические методы поиска решения задач, не гарантируют достижения решения в каждом отдельном случае и могут привести к ошибочным результатам. Так, например, в XVIII веке представляли себе, что условия плавания аэростатов в воздухе имеют полную аналогию с условиями плавания морских судов, поэтому предлагалось много проектов управляемых аэро-

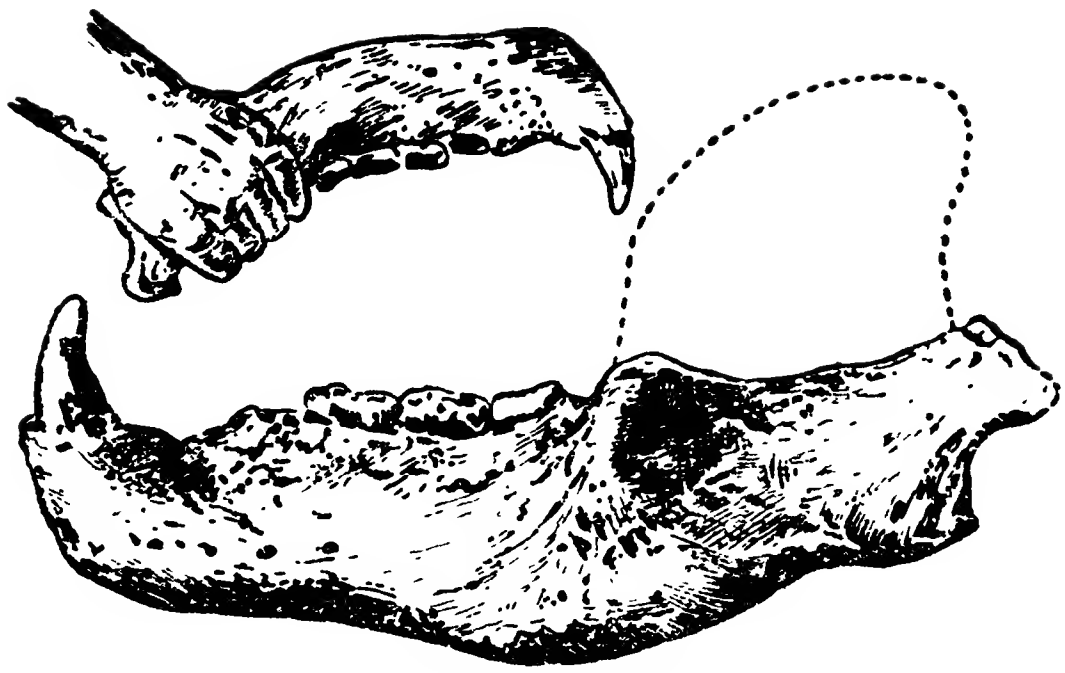


Рис. 2. Первый топор из челюсти пещерного медведя

статов с парусами, веслами и рулями. Управляемые аэростаты д'Артуа, Массэ и Христиана Крамба имели по два весла. Аэростат Гютона де Морво имел прямоугольный руль, аэростат Менье — треугольный руль, аэростат Миолана и Жанины — руль в виде хвоста рыбы. Аэростат Мартина был оборудован вертикальным парусом над корзиной, а аэростат Карры имел целых три паруса. Эти решения по аналогии успеха не имели.

Каждый из эвристических методов имеет свои сильные и слабые стороны, границы применяемости, разновидности, вариации, приемы. Ограничимся перечислением наиболее распространенных эвристических методов с примерами их использования в изобретательской практике.

Метод приспособления природных конструкций и веществ для технических целей предусматривает проведение ряда несложных операций с объектами природы.

Древнейшие галечные орудия представляли собой камни, окатанные движением морской или речной воды и наскоро оббитые немногими ударами в рабочей части. Первый топор в северных областях земного шара изобретен путем приспособления нижней челюсти пещерного медведя (рис. 2).

Метод палеобионики заключается в использовании для поиска решения изобретательской задачи прототипов вымерших животных и растений.

Изобретатели Ю. Буштедт, Л. Лагиян, Н. Литвинов изобрели двухъярусную буровую колонну по аналогии с конструкцией зубов вымерших палеоящеров (авт. свид. СССР № 161008).

Метод биомеханики рекомендует создать конструктивные изобретения по аналогии с механическим принципом действия объектов природы. Русский ученый П. Л. Чебышев в конце прошлого века разработал «стопоходящую машину», используя принципы движения ног кузнечика (рис. 3).

Метод биохимии рекомендует использовать процессы по аналогии с биохимическими реакциями, ферментами, катализаторами и т. п. Этот метод был использован при создании способов искусственного получения хлорофилла, хинина, мочевины, красителей и др.

Метод биоархитектуры заключается в использовании аналогии с формами, архитектоникой и пропорциями живой природы для решения изобретательских задач. Польский архитектор А. Карбовский применил в жилищном строительстве опыт пчел в сооружении восковых сот, которые являются идеальной формой для монолитных конструкций — сотовых стен, ограждений, радиаторов и т. д.

Метод биокибернетики применяется для решения множества изобретательских задач вплоть до воссоздания искусственных биологических структур, процессов и функций, построения кибернетических устройств, способных осуществлять логические операции. Создан целый ряд кибернетических устройств для решения интеллектуальных задач по аналогии с природными объектами, как например, «Перцептрон» Ф. Розенблата, «Личность Олдос» Дж. Лоулина, «Гомункулюс» Дж. и С. Геллахоннов и др.

Метод аналогии с предметами, явлениями и веществами неживой природы также позволяет в ряде случаев

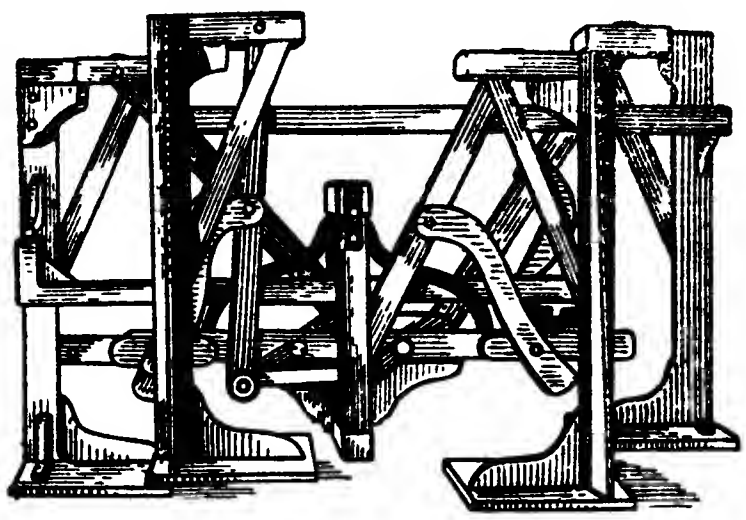


Рис. 3. «Стопоходящая машина» П. Л. Чебышева

решать изобретательские задачи. Так, сотрудник Грозненского нефтяного научно-исследовательского института Я. Мирский для молекулярного раздела нефти создал молекулярные сита на основе аналогии с природными камнями — неолитами.

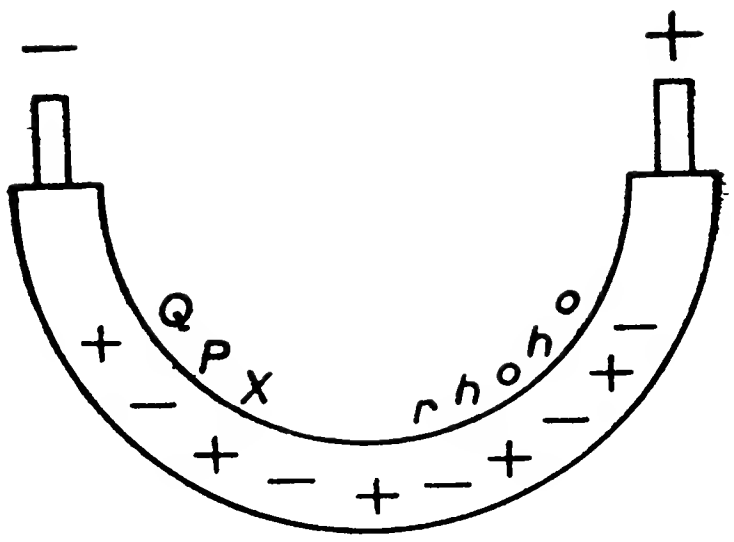


Рис. 4. «Цепочка Т. Гротгуса» — принцип электролиза воды

Метод аналогии с физическими явлениями позволил Г. Галилею изобрести маятник для измерения биений пульса по аналогии с раскачивающейся люстрой в Пизанском соборе.

Метод аналогии с общественными явлениями был использован Т. Гротгусом для создания способа и теории электролиза воды. Механизм электропроводности, по Гротгусу, может быть представлен как цепочка последовательных разложений и воссоединений молекул воды и выделение крайних звеньев цепочки в виде свободных элементов у полюса тока (рис. 4). «Цепочка Гротгуса», как писал сам автор, возникла по аналогии с модным танцем того времени «grand chaîne».

Метод прецедента применяется для создания новых технических объектов по аналогии с разработанными в прошлом изобретениями. Английский изобретатель Эверитт создал автомат для продажи спичек по аналогии с автоматом для продажи «священной воды», изобретенным еще Героном Александрийским (I век до н. э.).

Метод реинтеграции (метод нити Ариадны) заключается в создании нового сложного технического объекта или процесса по аналогии с одной особо значащей деталью, операцией или простым техническим объектом. Известный изобретатель Ф. Цандер в 1930 г. создал свой ракетный двигатель ОР-1 по аналогии с паяльной лампой (рис. 5).

Метод применения стандартных копирующих приспособлений (трафаретов, шаблонов, масок, моделей и т. д.) использовал Т. А. Эдисон, когда он в 1875 г. создал мимеограф, применив парафиновый трафарет, под который подкладывалась чистая бумага. Для размножения печатного текста по трафарету прокатывали валиком, смоченным специальными чернилами.

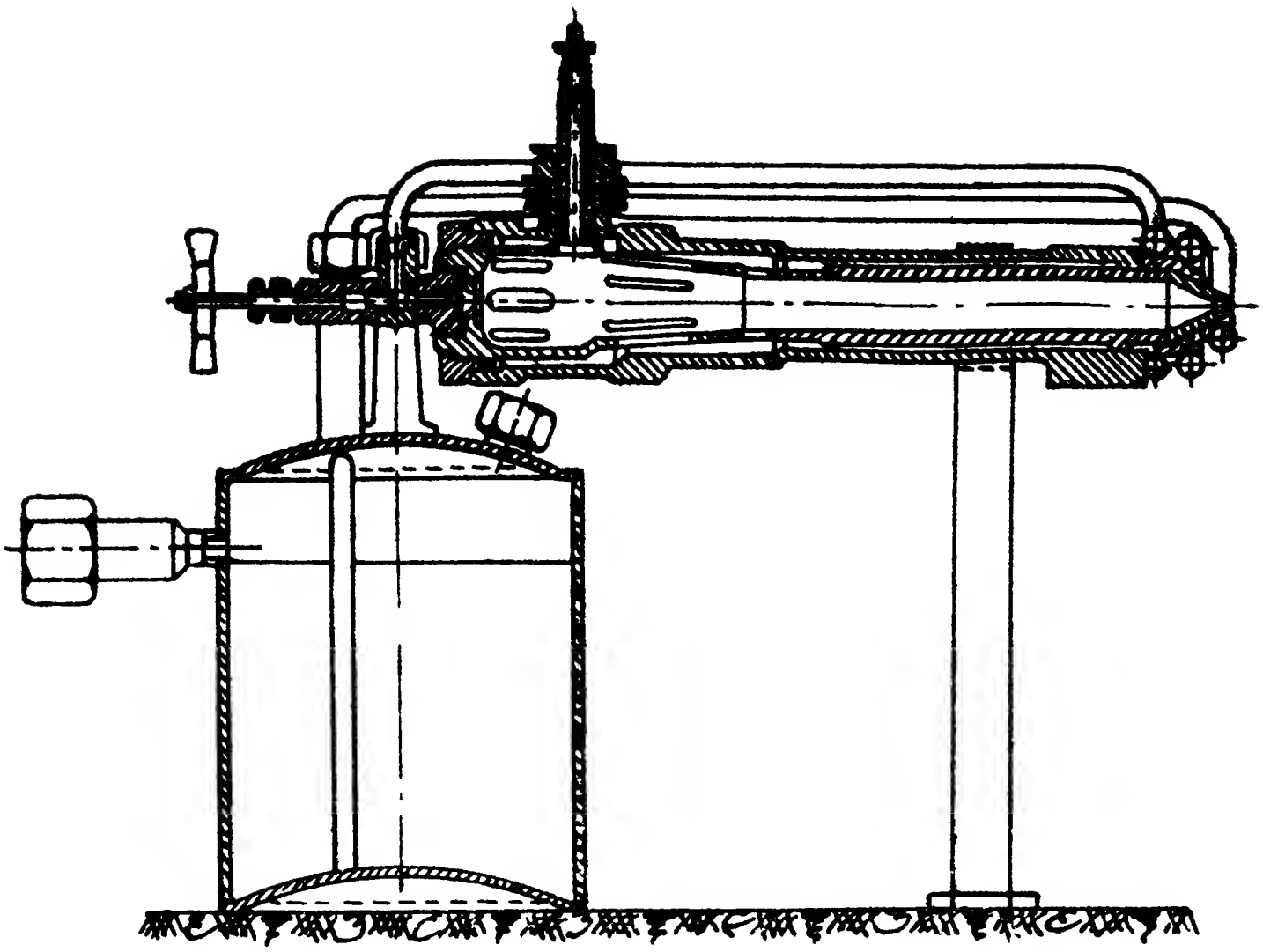


Рис. 5. Ракетный двигатель ОР-1 Ф. Цандера

Метод замещения принципа работы технического объекта эквивалентным использовали проф. А. Лясс и сотрудники из научно-исследовательского института технологии и машиностроения, которые изобрели новый способ уплотнения формовочной смеси путем замещения традиционного принципа другим, эквивалентным: они предложили уплотнять формовочную смесь заливкой. Авторам изобретения в 1967 г. присуждена Ленинская премия; лицензия на него была продана во Францию с правом использования ее в Испании, Португалии и Швейцарии.

Метод замещения конструкций их эквивалентами использовал финский изобретатель Э. Хенриксон при создании новой конструкции замка без пружин, применив поворачивающиеся шайбы кассового аппарата.

Метод замещения материалов их эквивалентами позволил Т. А. Эдисону в 1900 г. изобрести железо-никелевые щелочные аккумуляторы вместо применявшихся тогда свинцовых аккумуляторов.

Метод протезирования заключается в подборе и замещении элементов технического объекта или живого орга-

низма функционально аналогичным техническим устройством, в случае, когда регенерация или замена тождественными запасными частями невозможны. Еще русский изобретатель И. Л. Кулибин в 1791 г. создал весьма совершенные протезы ног. Творческий коллектив под руководством Д. М. Иоффе изобрел протез плеча с биоэлектрическим управлением (авт. свид. СССР № 240176).

Метод увеличения размеров основан на существующей тенденции к увеличению размеров прототипа некоторых технических объектов. Метод прост и применяется с древнейших времен, о чем свидетельствуют гигантолиты, бифасы и мегалитические сооружения каменного века. Так, путем увеличения размеров ножа была изобретена сабля.

Прием этого метода: увеличение технического объекта до предельно возможных размеров — гиперболизация, — дал множество новых технических устройств — гигантские экскаваторы, турбины, самосвалы, прокатные станы, корабли, самолеты, дирижабли.

Метод уменьшения был известен уже на заре изобретательства, о чем свидетельствуют микролиты в виде проколок, шипов-вкладышей весом в несколько граммов и даже миллиграммов. Методом уменьшения размеров автомобильного счетчика пройденного пути был изобретен курвиметр для измерения расстояния на картах и чертежах.

Метод моделирования позволяет решать многообразные изобретательские задачи. Для этой цели можно использовать физическое (миниатюрное, партикулярное), математическое и кибернетическое моделирование.

Методом кибернетического моделирования зрительного аппарата человека сотрудники центра перспективных исследований компании «Дженерал Электрик» создали биоэлектрический датчик положения — визилог, сигнализирующий о своем положении в пространстве. Визилог может быть использован в космической навигации.

Метод имитации заключается в создании таких технических объектов, которые по форме, цвету, внешнему виду аналогичны какому-то объекту, но по ряду других свойств (например, по химическому составу, структуре) не соответствуют ему. Чукчи для приманки животных изобрели особый инструмент из кости — вабик, имитирующий поскребывание по льду нерпы. Конструкцию

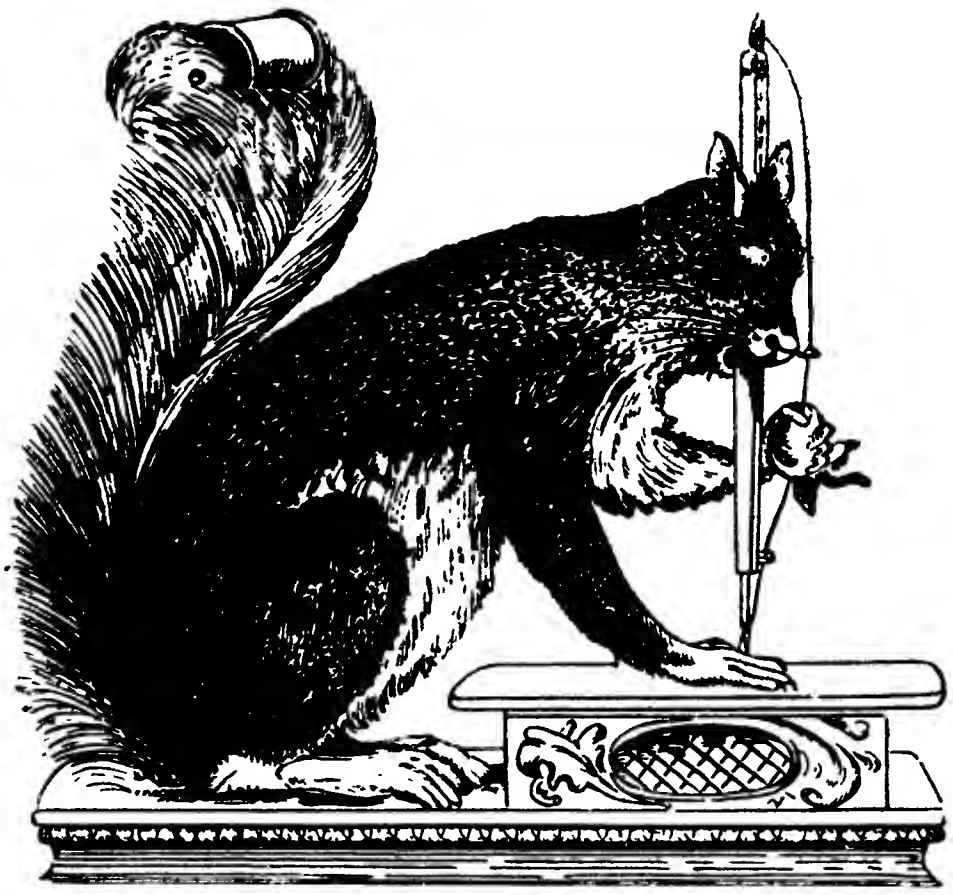


Рис. 6. Швейная машина «белка» С. Б. Эллиторпа

детского игрушечного автомата Б. Д. Робустов, С. С. Ферапонтов и М. К. Пучков создали путем имитации боевого автомата (авт. свид. СССР № 242726).

Метод псевдоморфизации предполагает выполнение одного технического объекта в форме другого, имеющего совершенно иное назначение, с целью создать ложное представление. По методу псевдоморфизации создано огнестрельное оружие в виде тросточки, зажигалка в виде пистолета, авторучка в виде гвоздя, копилка в форме книги, радиоаппарат в виде бумажника и др.

Метод антропоморфизации заключается в создании человекоподобных по внешнему виду технических конструкций. Методом антропоморфизации созданы андриоды — железный «человек-привратник» Альберта Великого, «писец» Ф. Кнауса, «флейтист» Ж. Вокансона, «парикмахер» Г. Грасфельдера, а также куклы, кубки в форме человеческой головы, кариатиды — венчающие части колонн, служащие опорой для антаблемента или арки и т. д.

Метод аналогии с формой животных и растений целесообразен не только с технической, но и с художественной точки зрения, поскольку пропорциональность, гармоничность, цветовые характеристики природных аналогов могут быть с успехом применены для создания совершенных и красивых технических изделий. Особый

кастет, который по форме представляет собой почти точный слепок когтей тигра, изобрели индейцы. В истории изобретательства известны также «летающий голубь» Архита Теренского, швейная машина «белка» С. Б. Элиторпа (рис. 6).

3.3. МЕТОДЫ ЭВРИСТИЧЕСКОЙ ИНВЕРСИИ

Методы этой группы предполагают поиск решений изобретательских задач в направлениях, противоположных традиционным, в инвертировании технического объекта, изменении расположения элементов объекта, уравновешивании нежелательных факторов средствами противоположного действия. Инверсии можно подвергать сами технические объекты, их элементы, структуру, агрегатное состояние, форму, параметры движения. Некоторые методы инверсии, например, метод инверсии гетерегонных структур в гомогенные, метод деструкции, применяются редко, в основном для решения ряда специальных задач; другие, например, методы антитезиса и компенсации, распространены и имеют универсальные свойства.

Метод инверсии агрегатного состояния веществ применяется с целью достижения технического эффекта путем преобразования агрегатного состояния веществ. Этот метод позволил изобрести холодильные компрессоры, сатуратор, льдогенератор, ингалятор, пульверизатор.

Метод инвертирования заключается в изменении расположения в пространстве традиционного технического объекта (нижней частью вверх или набок), превращении объектов горизонтального типа в объекты вертикальной композиции, перестановке элементов технического объекта в обратном порядке. Стенд для испытания и обкатки гусеничных повозок, созданный изобретателем М. Г. Жарновым, отличается тем, что в качестве бесконечной ленты и поддерживающего механизма применена ходовая часть гусеничной повозки, перевернутая опорными роликами вверх (авт. свид. СССР № 79242).

Метод инверсии плоскости действия технического объекта позволил изобретателю Э. Берлинеру в 1887 г. изменить плоскость записи звука на валике фонографа Т. А. Эдисона и записать звук на пластинке (рис. 7, 8).

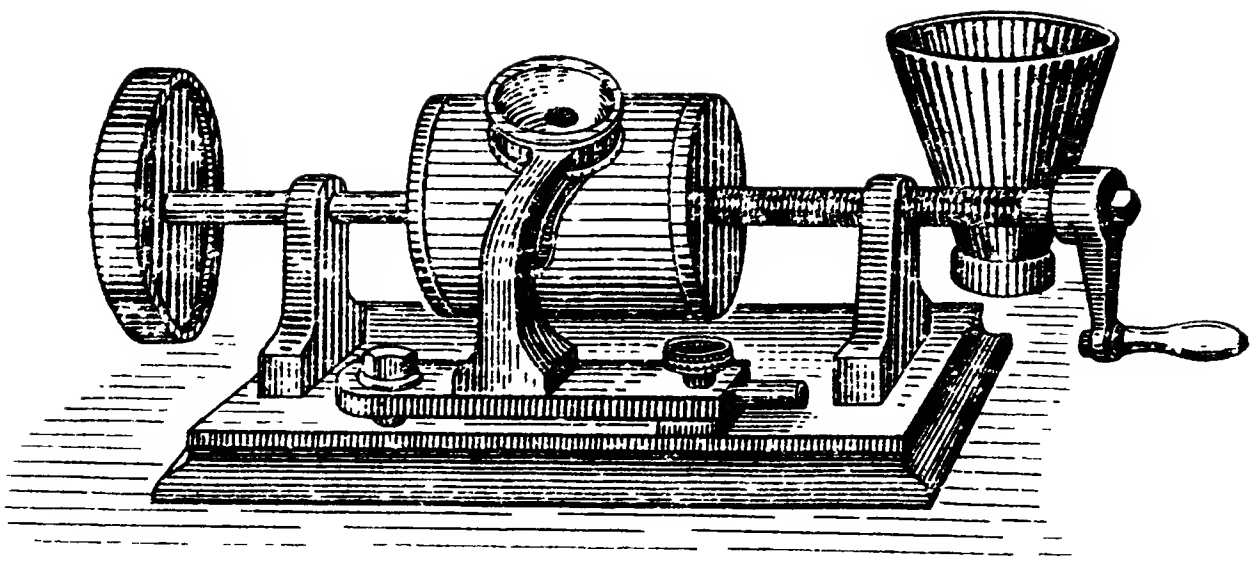


Рис. 7. Фонограф Т. А. Эдисона

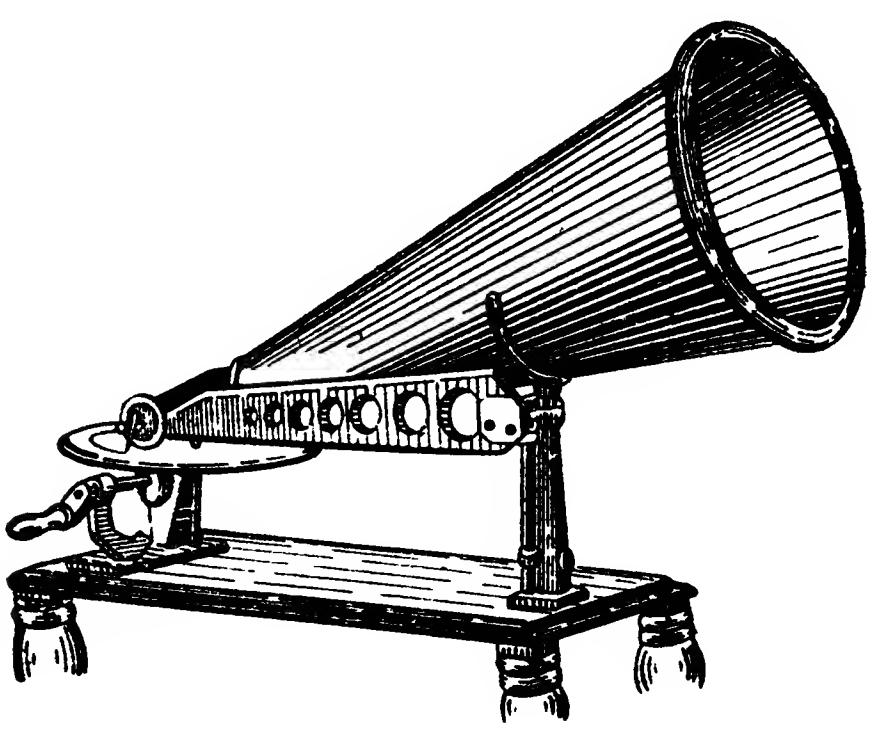


Рис. 8. Граммофон Э. Берлинера

Метод инверсии одних физических величин в другие чаще всего применяется в приборостроении, радиотехнике и электротехнике. Распространенным приемом является инверсия оптических, механических, звуковых, тепловых и других величин в электрические. Так, например, путем инверсии механических колебаний иглы, увлекаемой извилинами звуковой борозды вращающейся патефонной пластинки, в электрические колебания звуковой частоты был создан адаптер.

Метод инверсии вредных сил в полезные позволил инженеру А. Е. Маноцкову создать планер, у которого вибрация крыльев не оказывает вредного воздействия на пилота, а используется для создания дополнительной подъемной силы.

Метод антитезиса заключается в использовании для

создания нового технического объекта явлений, процессов, приемов и свойств предметов, диаметрально противоположных традиционным.

Уже на заре изобретательства первобытные племена обрабатывали твердый кремень с помощью более мягкого рога или кости. Изобретатель активной турбины К. Г. Лаваль в 1889 г. должен был решить проблему вращения турбины при скорости 30 тысяч оборотов в минуту. Традиционный прием — применение укорочения, утолщения и упрочения вала — не давал желаемых результатов, поскольку добиться точного уравновешивания турбинного колеса практически оказалось невозможным. Лаваль поставил свой знаменитый опыт с гибким валом из камышового стебля и решил проблему методом антитезиса — применением податливого гибкого вала.

Разновидностями метода антитезиса можно считать методы регенерации, рекуперации, инверсии жестких и твердых материалов в гибкие и пластичные.

Методы инверсии асинхронных процессов в синхронные или наоборот заключаются в целесообразном изменении протекания процессов во времени. Изобретатели В. Т. Яшков, А. В. Якименко и А. В. Худяков предложили аудиометр, отличающийся тем, что в нем применен блок синхронизации, содержащий схему совпадения сигнала коммутатора и сигнала начала записи (авт. свид. СССР № 240167).

Метод механической компенсации представляет собой уравновешивание нежелательных и вредных факторов механическими средствами противоположного действия. Во Всесоюзном научно-исследовательском институте хлебопекарной промышленности создан дозатор жидкости, отличительной особенностью которого является то, что для точности дозирования путем уравновешивания поплавка со штоком цилиндра в момент отсечки дозы на штоке укреплен уравновешивающий груз (авт. свид. СССР № 188695).

Метод компенсации посредством упругих элементов является разновидностью метода механической компенсации. С применением этого метода изобретены вагонные буферы с пружинами для смягчения ударов о препятствия при движении. Аналогичным образом созданы гиреобразные и сальниковые компенсаторы, предотвращающие появление чрезмерных напряжений в стенках трубопроводов при тепловых деформациях.

Методом гидравлической компенсации Ю. В. Селезнев в содружестве с другими изобретателями разработал новую конструкцию пиметра с повышенной надежностью. Особенностью предлагаемого пиметра является то, что устройство для гашения колебаний выполнено в виде гидравлического демпфера (авт. свид. СССР № 217670).

Методом электромагнитной компенсации создан сварочный генератор, изобретенный Г. М. Каспржаком и другими. Генератор позволяет регулировать крутизну фронтов сварочного тока в широком диапазоне. Дополнительные полюсы генератора снабжены демпферными обмотками, создающими динамическую компенсацию их индуктивности при переходном процессе (авт. свид. СССР № 188605).

Метод оптической компенсации применяется при решении ряда специальных изобретательских задач. По этому методу изобретены оптические компенсаторы в рефрактометрах для уничтожения окрашенной полосы на границе светлой и темной частей поля зрения, а также способ стабилизации космических аппаратов давлением солнечных лучей.

Метод акустической компенсации в изобретательской практике применяется сравнительно редко. Примером его применения может служить изобретение акустических компенсаторов для звуковой пеленгации.

Метод реверсирования заключается в изменении направления вращательного движения в противоположную сторону. Японские изобретатели Т. Коляма и другие разработали способ колебательного перемешивания расплавленного металла, отличающийся тем, что сосуд с металлом подвергают эпицентрическому вращению попеременно в прямом и обратном направлении (патент СССР № 247141).

Метод реципрокации рекомендует возвращать технический объект или процесс к исходной точке, к начальному состоянию, к прежним условиям. Различают одинарную (метод бумеранга) и многократную реципрокации. Методом реципрокации созданы древние приспособления для добычи огня (рис. 9) — огнивное сверло, огнивная пила, огнивный круг, огнивное сверло с луком, а также способ реципрокативного сверления с поршнем.

Метод инверсии возвратно-поступательного движения во вращательное позволяет повысить быстроходность машин. Ф. Кениг и А. Бауэр в 1811 г. создали плоскопе-

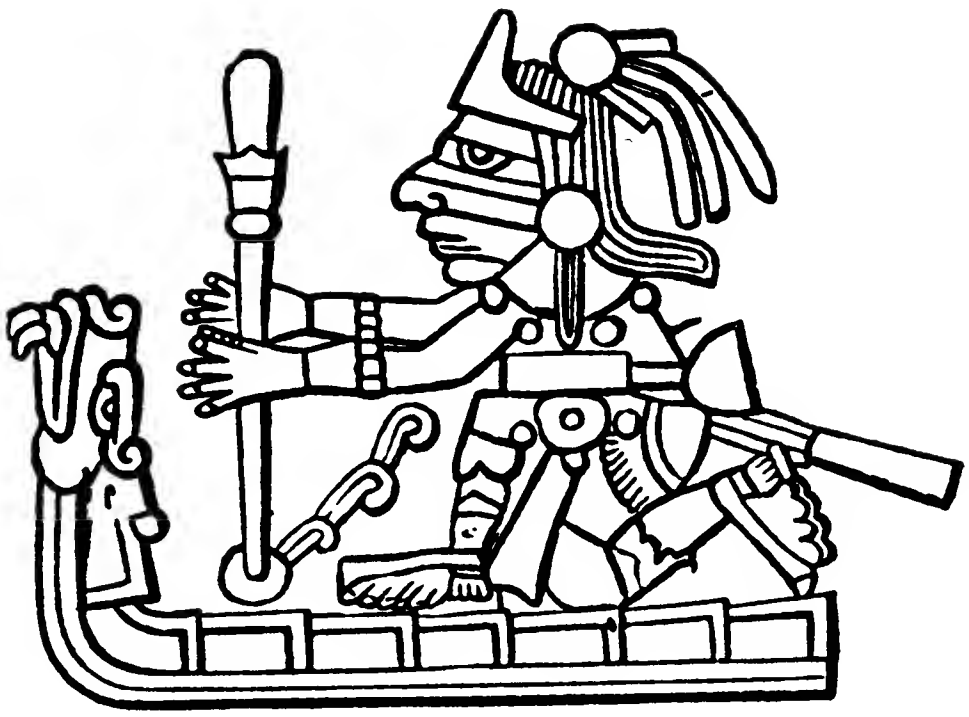


Рис. 9. Реципрокативный способ добывания огня у древних инков

чатную машину, заменив верхнюю плиту печатного станка, производящую возвратно-поступательное движение, круглым барабаном, который вращался, соприкасаясь с нижней плитой печатного станка — талером, и прижимал бумагу.

Метод инверсии вращательного движения в возвратно-поступательное использовали австралийцы Г. В. Уолз, В. Э. О. Холт и Б. О. Левери, разработавшие устройство для формирования крученых нитей, отличительной особенностью которого является осевое возвратно-поступательное движение крутильного механизма, получаемое путем его превращения из вращательного движения кривошипным механизмом (авт. свид. СССР № 247088).

Метод инверсии пути рекомендует изменять направление движения технического объекта или его элемента на противоположное. Граммофонные пластинки Э. Берлинера проигрывались от центра к краю. Французские изобретатели братья Пате предложили способ проигрывания пластинок в обратном направлении — от края к центру. Новые проигрыватели стали называться по фамилии изобретателей патефонами.

Метод инверсии иммобильных технических объектов в мобильные — давно известный и эффективный метод технического творчества. Примером его применения может служить инверсия стационарных крепостей в подвижные осадные башни (Ассирия и Древняя Греция). Аналогичным образом было создано одно из важнейших

русских военных изобретений своего времени — подвижная крепость — так называемый гуляй-город.

Методы эвристической инверсии формы технического объекта принадлежат к простейшим методам решения изобретательских задач. Инверсия формы может преследовать различные цели — расширение функций объекта, повышение производительности, удобства обслуживания или достижения другого технико-экономического эффекта.

Методом инверсии формы традиционной поперечной пилы были изобретены циркулярная пила и ее разновидности — лобзик, ленточная пила, ножовка, бугельная пила, лучковая пила, наградка.

Метод инверсии асимметрических конструкций в симметричные применяется для решения ряда специальных задач. Детали, обладающие зеркальной симметрией только в одной плоскости, порождают необходимость применения правых и левых деталей. Оригинальность гироскопического устройства, созданного Л. И. Карчу, заключается в том, что с целью повышения жесткости и равножесткости его конструкций опоры ротора выполнены симметрично относительно геометрического центра подвеса (авт. свид. СССР № 179013).

Метод инверсии симметричных конструкций в асимметрические также позволяет решить ряд изобретательских задач. С применением этого метода были изобретены, например, тиски с асимметрично смещенными губами, позволяющими зажимать в вертикальном положении длинные заготовки.

Методы инверсии стилевых трафаретов и штампов представляют собой приемы художественного конструирования и имеют прямое отношение к изобретательству. Современный художественный стиль в нашем веке пережил несколько трафаретов. Сперва появился стилевой штамп ступенчатой формы. В 20-х и 30-х годах строили ступенчатые небоскребы, радиоаппараты, холодильники, зажигалки, измерительные приборы. С начала 30-х до 40-х годов преобладал стилевой штамп обтекаемой формы.

К этой группе принадлежат методы инверсии ступенчатой, обтекаемой, прямоугольной формы, методы цилиндрических, конусообразных, трапециевидных, клиновидных, призматических, сферических и спиралеобразных конструкций.

3.4. МЕТОДЫ ЭВРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Эвристическое объединение технических объектов, их элементов, веществ, функций, операций и даже технических объектов с живыми организмами лежит в основе методов эвристического комплекса.

В изобретательской практике применяются три схемы комплексного объединения элементов: новое + новое; новое + старое; старое + старое.

В некоторых случаях создание комплекса принципиально просто. Например, путем объединения насоса с такими объектами, как горелка, паровая кастрюля, радиатор, счетчик оборотов и лодка, были получены соответственно примус, паровая машина, калорифер, анемометр и катер без винта. Разумеется, что в комплекс могут быть объединены и не два, а большее количество технических объектов, устройств и элементов. Так, объединенные с тем же насосом ресивер и трубопровод дали компрессор, пресс и манометр — гидравлическую испытательную машину, ручка и перо — авторучку.

Метод интеграции заключается в комплексном объединении технических объектов или элементов, имеющих самостоятельное значение и сохраняющих его после объединения в новом комплексе. Французский инженер Ж. Кюнью в 1783 г. изобрел паровую повозку путем объединения телеги с паровым котлом (рис. 10).

Метод концентрирующей интеграции заключается в создании нового технического объекта путем такого

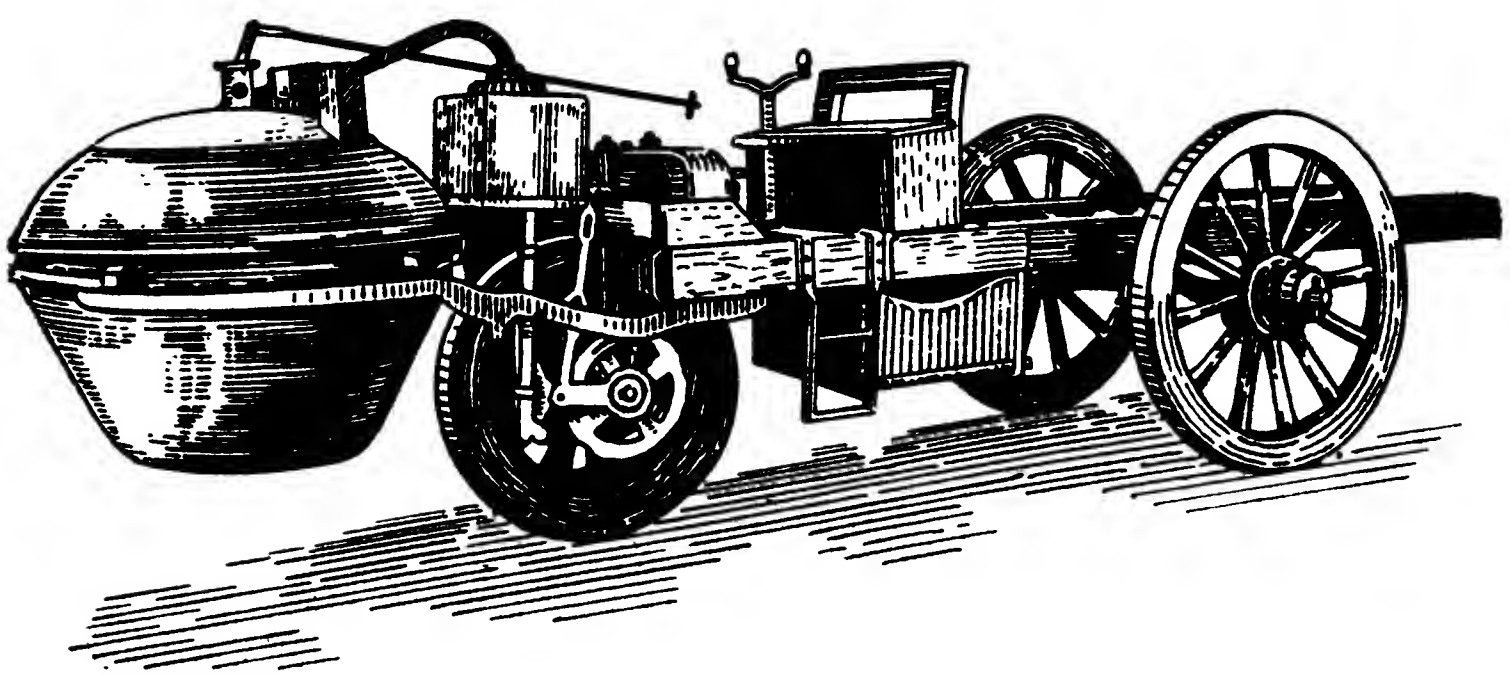


Рис. 10. Паровая повозка Ж. Кюнью

объединения двух или нескольких элементов самостоятельного назначения, при котором они полностью или частично включаются один в другой.

Изобретатель А. М. Пастухов создал удочку для подледного лова с рукояткой, внутри которой смонтированы электромагнит с якорем, гальванический элемент, триггерный преобразователь, регулятор частоты колебаний и противовес со стержнем, а в передней части рукоятки расположен карман для запасных мормышек (авт. свид. СССР № 246956).

Метод создания телескопических конструкций является разновидностью метода концентрирующей интеграции. Изобретатели Н. А. Берчин, О. М. Устинович и Г. Г. Намзер предложили устройство для подвода жидкости к подвижным объектам и для ее отвода, отличающееся тем, что с целью уменьшения утечек жидкости за пределы устройства применены телескопически раздвигаемые подводящие трубы, смонтированные внутри телескопических раздвигаемых отводящих труб (авт. свид. СССР № 240191).

Метод пространственного сращения также является разновидностью метода концентрирующей интеграции. Примерами его применения для создания технических объектов могут служить стенные шкафы, радиоаппараты, встроенные в полки или в секретер, зеркало, вделанное в дамскую сумочку, аппараты связи, встроенные в рабочий стол.

Метод агглютинации осуществляется путем присоединения к основному техническому объекту другого, который может и не иметь самостоятельного значения, причем присоединение может осуществляться без изменения конструкции соединяемых объектов и быть временным.

На основе метода агглютинации создан электронный вычислительный центр. К основной машине можно по мере надобности присоединить несколько десятков внешних устройств — перфораторов, накопителей, приспособлений для ввода и печатания информации.

Метод объединения технических объектов посредством применения промежуточных элементов или операций позволил группе изобретателей Рижского государственного электротехнического завода ВЭФ под руководством Ю. П. Поне разработать новый способ установки радиоэлементов с гибкими выводами на платы с печатным монтажом. Оригинальность способа заключается в том,

что радиоэлементы закрепляют на пленку с размещенными в отверстиях элементами на плату и после соединения выводов пленку как промежуточный элемент удаляют, например, растворением (авт. свид. СССР № 202258).

Метод объединения нескольких процессов был применен при создании способа переработки отходов титана. Особенность способа заключается в совокупном применении процессов хлорирования исходных отходов титана четыреххлористым титаном в среде хлоридов щелочных или щелочноземельных металлов при температуре порядка 600—650°С, отделение низших хлоридов титана от примесей и восстановление низших хлоридов титана магнием или натрием (авт. свид. СССР № 188674).

Метод объединения технических элементов или систем с живыми организмами в единую техническую систему является прогрессивным приемом решения изобретательских задач. В США создан сверхчувствительный прибор, фиксирующий запах ядовитых газов. В основе этого прибора живая муха, обладающая высокой чувствительностью к запахам. К ее нервным окончаниям присоединены электроды по которым поступает сигнал о появлении газов.

Метод агрегатирования заключается в создании новых технических объектов путем объединения стандартных технических элементов, имеющих самостоятельное назначение. Методом агрегатирования В. В. Прибылков и И. М. Белянский создали агрегатную самоходную машину для раздачи корма и уборки навоза в свинарниках, содержащую скребковый транспортер, шнек, элеватор для выгребания корма и бульдозер для сгребания навоза (авт. свид. СССР № 127512). Все рабочие органы машины смонтированы на базовой детали — раме стандартного шасси ДСШ-М-14 и приводятся в действие от его двигателей.

Метод объединения унифицированных элементов, узлов, деталей, будучи эффективным методом технического творчества, редко дает решение задания на уровне изобретения. Им пользовался Леонардо да Винчи при создании оригинальной конструкции конюшни (рис. 11). Все здание по проекту Леонардо да Винчи возводилось из унифицированных элементов. В ширину конюшня состояла из трех отделений. Среднее отделение предназначалось для перехода и обслуживания, два боковых —

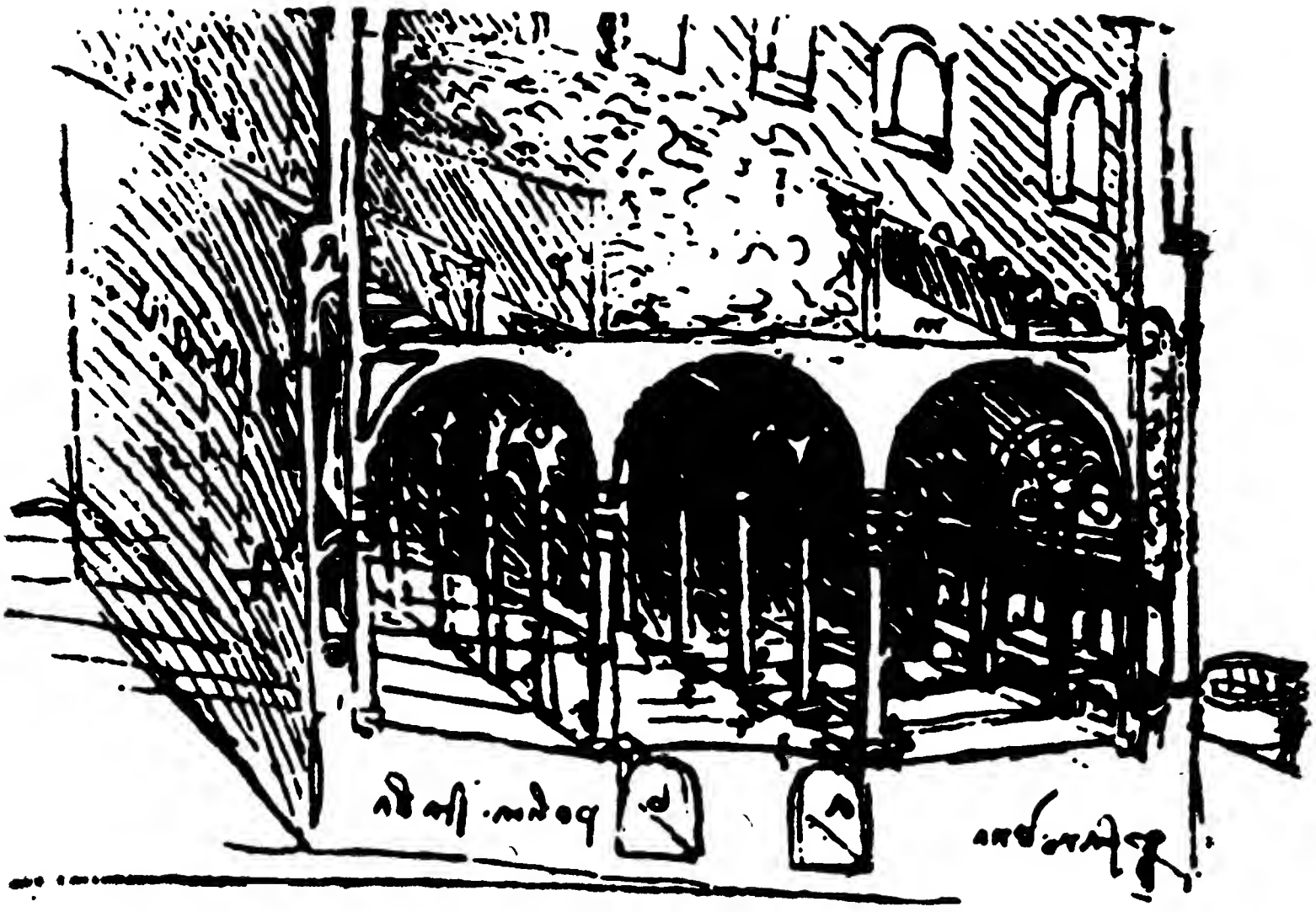


Рис. 11. Проект Леонардо да Винчи для конюшни из стандартных элементов

для размещения лошадей. Здание могло быть увеличено в длину наращиванием стандартных секций.

Метод модульных элементов — разновидность рассматриваемого метода — применил еще Поллион Марк Витрувий, который установил модуль для калибров свинцовых водопроводных труб.

Архитектор А. Т. Полянский при строительстве зданий применил объемные модули унифицированно. Использование двух типов объемных модулей позволило построить более 70 зданий пионерского лагеря «Новый Артек», в том числе спальных корпусов, столовых, комнат, приемных и медицинских корпусов, пищевых блоков, костровых площадок, гостиниц.

Метод объединения микромодулей в техническом творчестве интенсивно начал использоваться в конце 50-х и в начале 60-х годов главным образом в электронной промышленности. Микромодуль — это простейший стандартный миниатюрный узел радиоэлектронной аппаратуры, собранный из диэлектрических пластинок с укрепленными на них микроэлементами схем.

Метод был с успехом применен при создании американской стратегической ракеты «Минитмэн-2», оператив-

но-технической ракеты «Першинг», ракет «Спарроу-1», «Сайдвиндер», «Фалкон», «Феникс» и др.

Метод смешивания — один из простейших методов физического объединения материалов и веществ. Ф. Гофман в 1718 г. приготовил капли, прославившие его имя, смешав одну часть эфира с тремя частями спирта. Путем смешивания жидкого нитроглицерина с твердым пористым пироксилином А. Нобель изобрел динамит.

Метод легирования широко используют изобретатели для создания новых сплавов. Так, например, А. М. Корольков и Е. В. Безус создали новый сплав на основе меди, содержащий марганец и отличающийся тем, что он легирован цезием и цирконием с целью уменьшить удельное электросопротивление без применения температурного коэффициента электросопротивления (авт. свид. СССР № 241673).

Метод непрерывного потока предполагает такое объединение материальных элементов производства, которое позволяет параллельно выполнять процессы, операции и приемы на участке производства и обеспечить непрерывное последовательное движение предмета труда через рабочие места в строго установленном ритме.

Метод непрерывного потока в производстве применяется около ста лет — со времени изобретения конвейера. Одним из первых ленточных конвейеров был «песковоз» русского изобретателя А. Лопатина, предназначавшийся для транспортировки золотосодержащих песков на приисках Восточной Сибири.

Методом увеличения количества одновременно выполняемых функций вместо сохи, лишь царапавшей почву, примерно за два столетия до нашей эры был изобретен плуг, который не только разрезал дерн, но и переворачивал вспаханный пласт.

Одной из отличительных особенностей устройства для гидравлической защиты погружного электродвигателя, предложенного коллективом изобретателей под руководством Б. А. Красикова, является то, что турбина двигателя одновременно выполняет функции пяты (авт. свид. СССР № 237469).

Метод увеличения количества последовательно выполняемых функций позволяет создавать универсальные технические объекты. Рижский изобретатель О. Рутенберг предложил кровать-носилки для больных (патент Латвии № 307). Советский изобретатель И. А. Тихонов

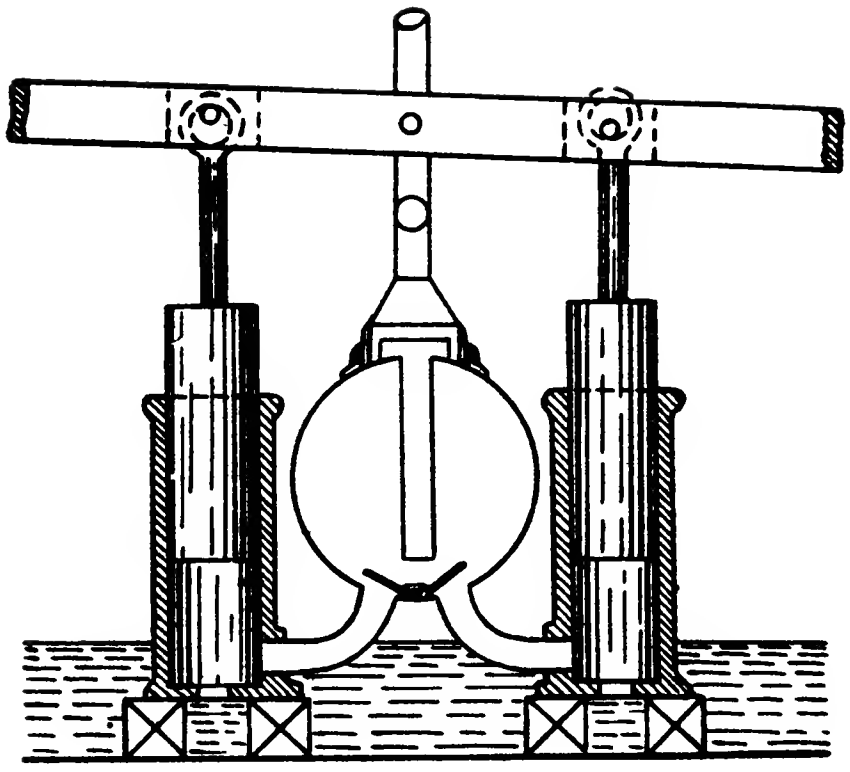


Рис. 12. Пожарный насос Ктесибия Александрийского

разработал способ пуска синхронных компенсаторов путем включения машины на время асинхронного режима через пусковой блок. Отличительной особенностью способа является использование пускового блока для последовательного пуска нескольких машин (авт. свид. СССР № 239409).

Метод дублирования заключается в удвоении рабочих органов, рабочих позиций, технологических процессов. Латышский изобретатель Я. Абеле предложил граммофонную иглу с двумя заостренными концами (патент Латвии № 1907). Путем дублирования веретен Леонардо да Винчи изобрел двухверетенную самопрялку.

Метод компаундирования состоит в том, что для увеличения производительности параллельно соединяют два технических объекта. Спаривание осуществляется различными приемами: технические объекты устанавливаются параллельно как независимые агрегаты, связываются синхронизирующими, транспортными или другими устройствами, наконец, конструктивно объединяются в один агрегат.

Методом компаундирования древнегреческий изобретатель Ктесибий Александрийский изобрел двухсторонний пожарный насос (рис. 12). Русский изобретатель И. Ползунов в 1763 г. создал двухцилиндровую паровую машину.

Метод резервирования состоит в увеличении количе-

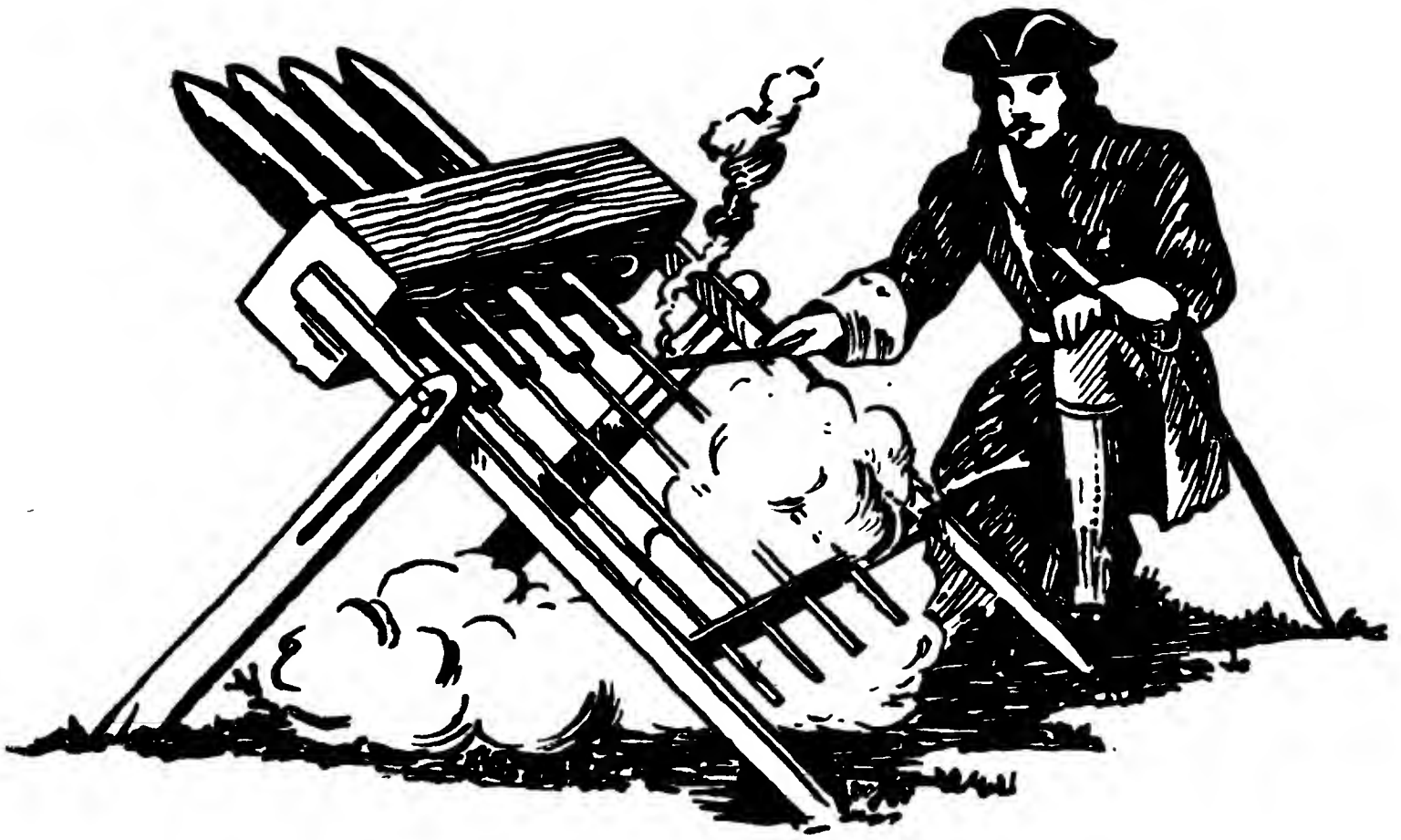


Рис. 13. Русская ракетница времен Петра I

ства ненадежных технических объектов для повышения надежности технического объекта в целом.

В 1859 г. по проекту И. Брюнеля в Англии был сооружен корабль «Грейт Истерн», прозванный «Левиафаном», считавшийся чудом своего времени и описанный Жюль Верном в его романе «Плавающий город». Корабль имел трехкратное резервирование двигателей — он был оборудован гребными колесами диаметром 17 м, гребным винтом и парусами.

Метод мультипликации рабочих органов является простым, эффективным и одним из наиболее распространенных в изобретательской практике. Методом мультипликации отдельных блоков Архимед изобрел полиспаст. Русский изобретатель Р. Глинков в 1760 г. сконструировал 30-веретенную льнопрядильную машину, приводившуюся в действие водяным колесом.

Методом мультипликации рабочих позиций Леонардо да Винчи создал серию многоствольных органных пушек. Одна из них имеет 33 ствола, расположенных в три ряда. Одновременно стреляют 11 стволов, оборудованных общим устройством для воспламенения заряда. По этому же методу созданы русская ракетница Петра Первого (рис. 13) и скорострельное 44-ствольное орудие А. К. Нартова, изготовленное в 1741 г.

Метод увеличения количества обрабатываемых деталей имеет два основных приема: увеличение количества

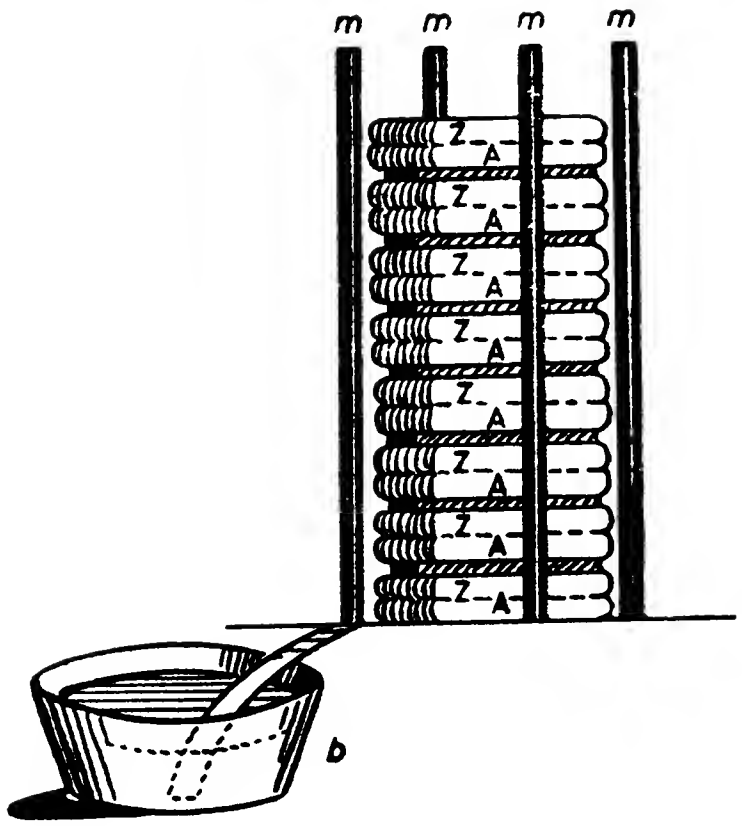


Рис. 14. «Вольтов столб» А. Вольта

деталей, обрабатываемых одновременно на одной рабочей позиции, и расширение номенклатуры поочередно обрабатываемых деталей после некоторой переналадки станка.

Первым приемом созданы устройства для одновременной штамповки нескольких одинаковых деталей и кройки носильных костюмов. Второй прием позволил создать так называемые специализированные станки для обработки нескольких однотипных деталей разных размеров. Устройство для штамповки, разработанное рижскими изобретателями В. В. Мерий-Мери и Б. А. Иоффе, содержит несколько гидравлических цилиндров с соответствующей оснасткой. Каждый гидроцилиндр выполняет роль отдельной прессовой головки упрощенной конструкции, позволяющей путем изменения ее положения по уровню и наклону производить переналадку на различные размеры и форму деталей.

Метод мультипликации числа актов и операций, по данным советского историка С. А. Семенова, применялся еще в каменном веке. Использование этого метода дало значительный технико-экономический эффект: возросло количество однотипных заготовок, получаемых из одного и того же объема материала, облегчилась их дополнительная обработка при оформлении орудий, повысились качество орудий и эффективность их использования.

Методом многоэтажных конструкций создан многоступенчатый архимедов винт для откачки воды, описанный Джеронимо Кардано (1501—1577), известный «вольтов столб», изобретенный Александром Вольта в 1799 г. (рис. 14).

Метод многослойных конструкций позволил коллективу изобретателей, руководимому Ш. А. Фурманом, прийти к идее создания ювелирных изделий, имитирующих драгоценные камни. Особенностью изделий является много-

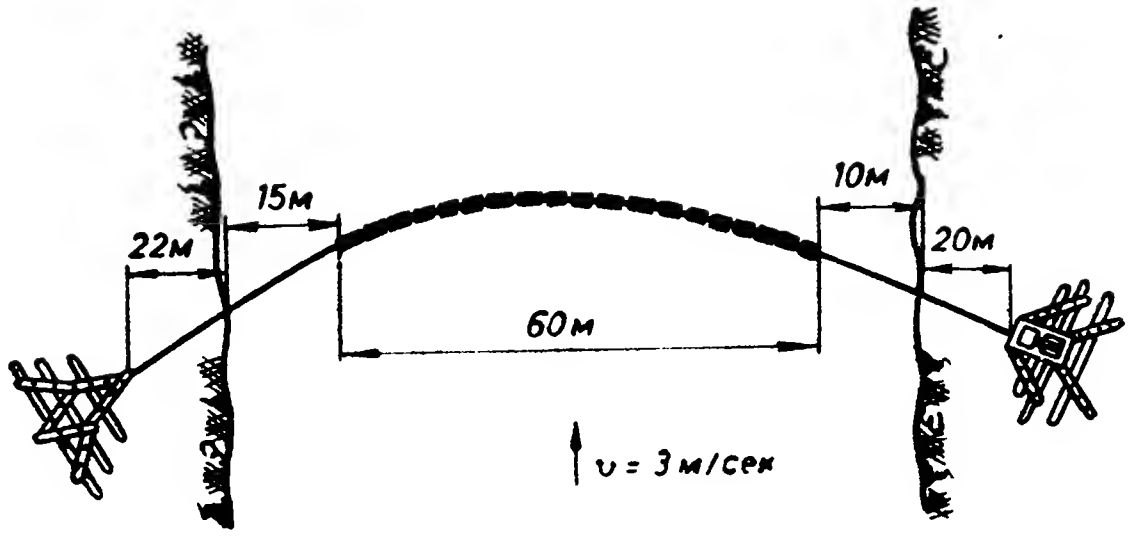


Рис. 15. Гирляндная гидротурбинная установка Б. С. Блннова

слойный интерференционный фильтр с чередующимися слоями металлов и диэлектриков, который позволяет получать различные цвета и оттенки (авт. свид. СССР № 189535).

Метод гирлянд заключается в мультипликации аналогичных технических объектов путем их последовательного присоединения к связывающему нитевидному элементу.

Древнейшими изобретениями, созданными по методу гирлянд, являются разного рода ожерелья: из раковин улиток, кусочков скорлупы яиц, зубов зверей и летучих мышей, змеиных костей, птичьих клювов и сушеных ягод.

Советский изобретатель Б. С. Блинов создал высокоэффективные гирляндные продольные и поперечные гидротурбинные установки (рис. 15).

Метод каскадных конструкций и процессов использовали изобретатели Е. Х. Ремпе и Т. М. Грюнберг при разработке способа определения содержания аминокислот и сахаров в корневых высших растениях, отличающегося тем, что с целью уменьшить потери аминокислот и сахаров и определить количество этих веществ жидкую питательную среду из-под растений пропускают через каскад колонок с ионообразными смолами (авт. свид. СССР № 249028).

Этот метод заложен в основу конструкции каскадной пламенной печи для обжига ртутной руды и каскадного холодильника.

Метод многоступенчатых конструкций и процессов позволил Ч. Парсону в 1876 г. создать многоступенчатую реактивную турбину.

Метод сплетения основывается на объединении гибких однородных технических элементов. Аборигены Новой Гвинеи изобрéли плетеный гамак и спальные мешки из травы киран. Южноамериканские индейцы изобрели «типити» — трубчатый пресс для отжима несъедобного сока из клубней маниоки при изготовлении муки. Трубка пресса сплетается из диагонально расположенных растительных волокон, которые сжимаются, если трубу тянуть за оба конца.

Развитие метода сплетения привело к появлению прядения, вязания, ткачества.

3.5. МЕТОДЫ ЭВРИСТИЧЕСКОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ И РЕДУКЦИИ

Эти методы основываются на способности аналитического мышления человека расчленять предметы и явления на составные части с выделением причинных связей.

Сущность методов расчленения заключается в разделении традиционных технических объектов, дифференциации их функций, элиминации отдельных частей, упрощении и редукции элементов и операций. «Дифференциация орудий, — говорит С. А. Семенов, — возникает с древнейшего палеолита. В позднем палеолите состав орудий, по предварительным данным, соответствует 30—35 функциям. Развитый неолит делает новый шаг к дифференциации орудий, состав которых возрастает еще в 3—4 раза».

Метод дробления общественных потребностей на несколько субпотребностей с последующим созданием технического объекта для удовлетворения каждой отдельной субпотребности приводит к дифференциации технических объектов.

На основе древнего универсального ножа путем дифференциации потребностей созданы столовые ножи, ножи для мяса, рыбы, фруктов, хлеба, очистки картофеля, кинжалы, кортики, перочинные ножи, садовые ножи, охотничьи ножи, складные ножи, боевые ножи и т. д.

Аналогично изобретатель Э. К. Веске путем дифференциации ручных щипцов разработал устройство для фиксации задних конечностей мелких животных. Бранши предлагаемых фиксирующих щипцов выполнены разновеликими, они согнуты внутрь и имеют на концах скобы, охватывающие конечность (авт. свид. СССР № 202456).

Метод анализа статистических данных использовал Д. И. Менделеев при изобретении пироколлоидного пороха. Он изучил статистические данные французской железной дороги и анализировал грузы, которые по разным дорогам приводили к пороховому заводу. Отбрасывая явно не подходящие материалы, Д. И. Менделеев получил состав и предварительные данные пропорции бездымного пороха, выпускаемого во Франции. Дальнейший анализ привел к созданию более эффективного пироколлоидного пороха.

Метод секционирования предполагает дробление технического объекта на секции, ячейки, блоки, звенья с целью удовлетворения технологических требований современного производства, обеспечения взаимозаменяемости, удобства в эксплуатации, обслуживании, ремонте.

Изобретатели Б. С. Дьяков, В. М. Жукова и Л. В. Карасев сконструировали переносный ящик под слесарный инструмент. Оригинальность конструкции заключается в том, что ящик выполнен в виде многосекционного чемодана с карманами в каждой секции (авт. свид. СССР № 172694).

Метод создания разъемных и съемных конструкций позволяет создавать технические объекты с удобно взаимозаменяемыми элементами.

Американский изобретатель П. Вуд в 1819 г. изобрел первый разъемный плуг. Оригинальность конструкции многоцелевого спортивного планера стандартного класса, сконструированного В. Ф. Спиваком и А. Ф. Колесниковым, заключается в том, что консоли его крыла снабжены быстросъемными приставками, а в фюзеляже установлен съемный бак водобаласта (авт. свид. СССР № 165083). Новизна офтальмоскопа, предложенного А. М. Водовозовым, состоит в применении съемных сменных монохрометрических источников света (авт. свид. СССР № 248894).

Метод составных конструкций аналогичен методу разъемных конструкций и отличается от него лишь тем, что отдельные элементы технического объекта могут быть и неразъемными.

Русский изобретатель В. Н. Чиколев в 1883 г. создал составной отражатель света. Он предложил вместо общепринятого в то время тяжелого и несовершенного отражателя Манжена свой кольцевой рефлектор, составленный из девяти сферических зеркальных частей.

Метод дробления технологического процесса или операции на стадии или приемы позволил изобретателям В. И. Шаркову, О. А. Дмитриеву и Г. И. Вайде разработать способ производства дрожжей путем разделения процесса выращивания на две стадии при скачкообразном изменении pH (авт. свид. СССР № 246445).

Метод дезынтеграции заключается в разделении жидких, твердых или газообразных тел на части с целью получения нового технико-экономического эффекта. По этому методу были изобретены способы и конструкции для измельчения угля, глины, гипса, соли, формовочной смеси, очистки газов от пыли и водяных паров, позволяющие повысить качество веществ и материалов.

Изобретатель Е. И. Богданов предложил барабанный промывочный грохот для дезынтеграции и классификации песков (авт. свид. СССР № 202018).

Метод близнецов заключается в расчленении объекта на две аналогичные части. Этим методом изобретатель К. М. Сиваш создал искусственный коленный сустав, выполненный из двух полусуставов (авт. свид. СССР № 202459).

Метод бифукации предполагает разделение производственного потока или процесса на две параллельные части. Иногда бифукация применяется для увеличения пропускной способности потока на определенном участке и связана с обратным объединением раздвоенных потоков по мере продвижения.

Изобретатели А. П. Кочур, И. Д. Войтович и Г. А. Михайлов предложили криотронный логический элемент НЕ — ИЛИ, отличающийся тем, что сверхпроводящий контур в нем содержит две ветви, одна из которых состоит из последовательно соединенных вентилей входных криотронов, а другая — из последовательно соединенных сетки выходного и вентиля управляющего криотронов (авт. свид. СССР № 248766).

Метод дробления традиционного объекта на мелкие однородные части позволил И. Гутенбергу изобрести печатную машину. С IX до XV в. книги печатались с цельной для каждого листа книги гравировальной печатной доски. И. Гутенберг разделил печатную доску на отдельные подвижные литеры, создав возможность их многократного использования.

Метод изолирования применяется для предупреждения вредного или нежелательного влияния или воздействия

среды. По методу изолирования изобретены простейшие жилища человека — ветровой заслон, шалаш, палатка, вигвам, юрта и типи — индийская коническая палатка из жердей, покрытых шкурами. Английский изобретатель В. Марр в 1834 г. создал огнестойкий денежный шкаф, помещая один ящик в другой так, что оставался изоляционный промежуток в 8—10 см, заполненный мрамором, фарфором и жженой глиной.

Методом локализации вредных явлений и производственных процессов Г. Деви изобрел безопасную лампу для шахт, в которой пламя изолируется от внешней среды сетчатым цилиндром из медной проволоки. С целью локализации производственного процесса Д. И. Менделеев в 1888 г. предложил способ подземной газификации угля.

Метод инкапсюляции рекомендует в целях предохранения объекта от внешнего воздействия помещать его в оболочку, гильзу, капсулу и т. п.

Изобретатель А. Я. Бродский предложил проволоку для сварки и наплавления криволинейных швов, позволяющих выполнять сварку лежащим электродом. Существенная новизна конструкции заключается в том, что проволоки помещены в гильзу (авт. свид. СССР № 249510).

Метод применения перегородок, разделяющих традиционный технический объект на две или несколько частей отличается простотой реализации. Новаторы П. В. Малыгин и В. М. Кочетков создали гидравлический тормоз, отличающийся тем, что с целью плавного и быстрого торможения внутренний объем цилиндра тормоза разделен перегородкой на две полости (авт. свид. СССР № 241839).

Метод экранирования позволил разработать способы и устройства для защиты космических аппаратов от радиационного излучения — способ электростатического экрана, внешний защитный экран из металлов с высоким кулоновским барьером, поглощающий экран, противоосколочный экран из водородсодержащего материала, расщепляющий тяжелые ядра первичного космического излучения.

Этим методом А. М. Пономарев создал способ электрошлаковой сварки, особенность которого заключается в том, что между свариваемыми кромками и формирующими ползунами помещают экранирующие пластины (авт. свид. СССР № 246746).

Метод автономизации объекта, элемента или процесса заключается в придании им самостоятельных функций, автономного управления и привода, обособленного размещения в пространстве и т. п.

Отличительной особенностью конструкции преобразовательной подстанции электропередачи постоянного тока, разработанной К. А. Герциком и др., является то, что для каждого преобразовательного блока имеется автономное выходное устройство (авт. свид. СССР № 237981).

Метод элиминации заключается в сокращении числа элементов технического объекта, преимущественно в связи с утратой или изменением соответствующих функций, в исключении вредных промежутков в пространстве и во времени. Т. А. Эдисон считал его одним из главных методов решения изобретательских задач.

По этому методу Ван Хоутен изобрел способ удаления из порошка какао трудноперевариваемых масел. Это позволило изготовлять вкусный напиток шоколад, который вскоре завоевал мировой рынок.

К специальным приемам метода следует причислить также отделение вредных и нежелательных примесей веществ и материалов, дезодорацию жиров, денитрацию химических соединений, дегазирование жидких электриков, обессмоливание газов, обезуглероживание сталей, обезвоживание твердых и жидких продуктов, устранение обратных холостых ходов.

Гребные винты в течение длительного времени имели внешнее колесо. Изобретатель Г. Блексленд (английский патент № 8729) усовершенствовал гребной винт путем элиминации колеса.

Метод отделения технических элементов в процессе работы является разновидностью метода элиминации. По этому методу изобретены системы аварийного спасения экипажа с отбрасыванием космического корабля от ракеты-носителя, применяемые для космических кораблей «Аполлон» и «Меркурий», а также система катапультирования космонавтов вместе с креслом через люки космического корабля, применяемая в системе аварийного спасения космического аппарата «Джемини».

Метод симплификации заключается в упрощении принципа работы технического объекта, конструкции и технологии, компоновки и кинематической схемы, уменьшении количества сменных изнашивающихся частей, рациональном применении типа привода и передач.

Английский адвокат Д. Клерк предложил вместо четырехтактного двигателя внутреннего сгорания двухтактный двигатель более простого действия.

Упрощение конструкции часто достигается уменьшением количества деталей с одновременным расширением функций оставшихся элементов. На Коломенском заводе тяжелых станков заменили главный и тангенциальный суппорт зубофрезерного станка типа 5330 одним универсальным, вследствие чего общее число деталей станка сократилось на 737 штук и на 1200 кг снизился вес станка.

3.6. МЕТОДЫ ЭВРИСТИЧЕСКОГО КОМБИНИРОВАНИЯ

Методы эвристического комбинирования базируются на комбинировании отражений реального мира в нашем сознании. Они осуществляются приемами целесообразного подбора параметров, операций, элементов, изменением структуры технического объекта, перестановкой элементов в ином порядке, акцентированием отдельных из них, динамизацией процессов и действия объектов, изменением последовательности рабочих процессов во времени, приспособлением технических объектов к возможностям человека и условиям среды, изменением среды, в которой работает технический объект или осуществляется процесс.

Одну из групп эвристического комбинирования составляют *методы транслокации.*

Метод пермутации заключается в перестановке детали, узла, механизма, агрегата с одного места на другое в пределах того же технического объекта.

Русский изобретатель П. Н. Яблочков переставил угольные электроды, которые ранее были расположены на одной прямой, параллельно (рис. 16), что дало существенно новый технический эффект — отпала необходимость применения механизма для сближения электродов во время горения лампы.

Метод транспозиции рекомендует менять местами или переставлять в ином порядке элементы технического объекта.

В Швейцарии созданы оригинальные токарные станки, у которых направляющие и суппорт с задней бабкой и механизмом для крепления резца поменялись

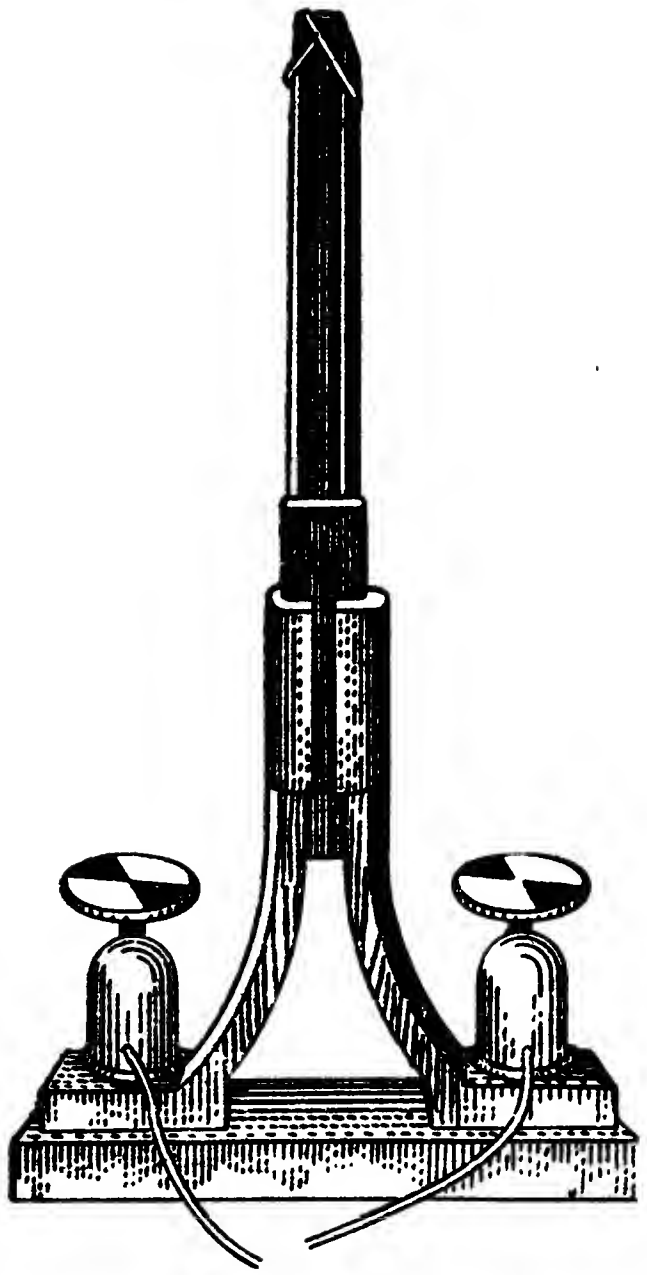


Рис. 16. Электродуговая свеча П. Н. Яблочкова

местами — направляющие расположены выше обрабатываемой детали, что позволяет удобнее отводить стружку.

Метод трансдукции — излюбленный метод изобретателей и рационализаторов. Его сущность заключается в перенесении технического элемента с одного технического объекта на другой.

Методом трансдукции сервомеханизм, служащий для регулировки гидравлических турбин, был перенесен на автомобиль с целью облегчить управление им.

Изобретатель Э. Гау в 1846 году перенес челнок с ткацкого станка на швейную машину (патент США № 4750).

Метод эквипотенциальности заключается в перенесении технического объекта или элемента в другую область с одновременным изменением его функций.

На основе этого метода К. Боррихиус в 1673 г. предложил использовать в качестве целебного средства исландский мох, который в Исландии и Лапландии служил продуктом питания. В 1829 г. Э. Херд получил британский патент на применение французского пищевого маргарина для изготовления свечей. А. Прандтл в 1861 г. впервые перенес известную промышленную центрифугу в молочную промышленность для снятия сливок, а изобретатель Ф. Хрушка предложил использовать центрифугу для извлечения меда из сот.

Метод комбинирования компонентов сложных материалов и веществ, изменения соотношения между ними, довольно прост в применении. Так, путем повышения содержания фосфора в обычной углеродистой стали до 0,3% была создана гаечная сталь, что позволило улучшить качество резьбы.

Метод создания компактных конструкций заключается

в сближении материальных элементов в пространстве вплоть до совмещения. Этим методом созданы компактные конструкции космических аппаратов — первый, второй и третий советские искусственные спутники Земли, космическая станция «Луна-1», автоматическая станция «Луна-10», космический корабль «Восток», искусственный спутник связи «Синком» (США) и космический корабль «Джемини».

Метод локальной концентрации сил и процессов основан на том, что увеличение количества позволяет осуществить переход к новому качеству. Одним из приемов этого метода является контракция — сжатие струи при истечении. На принципе увеличения напора воды до нескольких атмосфер создан гидромонитор, увеличения напора до десятков атмосфер — пила для распиловки туш крупного рогатого скота, струей воды под напором в сотни атмосфер можно обрабатывать гранит и базальт.

С. Д. Гвоздовер и В. Л. Булат предложили устройство для бесконтурного возбуждения электромагнитных колебаний с помощью цилиндрической газоразрядной трубки, отличающееся применением электронной и газовой фокусировки электронного пучка (авт. свид. СССР № 202233).

Метод создания местного качества заключается в коренном улучшении показателей качества отдельного функционально важного элемента технического объекта. Изобретатель А. И. Антонов разработал конструкцию транспортной шины, отличающейся тем, что с целью повышения качества каркас ее армирован пластмассой (авт. свид. СССР № 202444).

Метод аккумуляции предполагает накопление энергии и материалов для достижения нового технико-экономического эффекта. Творческая бригада под руководством В. И. Семенова изобрела способ извлечения жидких углеводородов из подземных емкостей путем вытеснения рассолом, аккумулированным в камере (авт. свид. СССР № 246431).

Методы эвристической трансмутации веществ и материалов давно применяются в изобретательской практике. Однако огромный фактический материал методологически еще недостаточно обобщен. Многие методы химической трансмутации преобразования веществ хорошо разработаны и дают тривиальные решения. Однако нечеткость принципов отделения творческих задач от

тривиальных в этой области приводят к тому, что новые материалы, созданные химическим путем, в некоторых странах не квалифицируются как изобретения.

Современный фонд методов эвристической трансмутации веществ и материалов можно разделить на методы химического и физического преобразования веществ.

В целом методика создания изобретений в области химии исследована мало. К. Брунне считает основными видами химических изобретений следующие:

1) новые способы химического преобразования веществ;

2) значительные изменения известных способов, достигаемые главным образом путем изменения температуры и давления реакции, повышения поверхности взаимодействующих веществ, применения катализаторов и

3) новое применение известных или синтез новых химических веществ.

Физическое преобразование веществ осуществляется главным образом так же, как и преобразование конструкций: объединением, расчленением, изменением состава и расположения элементов и т. д.

Метод комбинирования универсальных элементов принципиально выдвинут Архимедом в его трактате «Стомахион». В современном понятии метод предполагает разработку научно обоснованной системы элементов, позволяющей при соответствующем отборе элементов выполнять множество разнообразных функций.

Примером применения метода может служить созданная в нашей стране универсальная система элементов пневмоавтоматики (УСЭПА), состоящая из набора унифицированных элементов дискретного и непрерывного действия, каждый из которых выполняет одну простейшую операцию. Посредством комбинирования унифицированных элементов можно автоматизировать практически любой технологический процесс, создать разнообразные управляющие устройства, а также сконструировать новые пневматические устройства телемеханики. Система широко применяется в нашей стране в химической и нефтегазовой промышленности.

Отдельной группой методов эвристического комбинирования являются *методы динамизации работы технических объектов и протекания процессов.*

Метод динамических потоков рекомендует использо-

вать для достижения полезного эффекта энергию истечения жидкостей, газов и сыпучих материалов.

Примером применения рассматриваемого метода в изобретательстве может служить изобретение духового ружья в Индонезии и Южной Америке. Ружье представляет собой длинный, обычно бамбуковый, ствол с ровным каналом, из которого выдуваются отравленные дротики.

Изобретатели А. И. Пирумов, А. В. Бажанова и М. П. Пончек предложили устройство для аэродинамического обеспыливания мягких изделий, отличающееся использованием потока воздуха для встряхивания изделий (авт. свид. СССР № 239514).

Метод использования собственного веса материальных элементов для получения полезного эффекта — простой и распространенный метод решения изобретательских задач. Древнейшими изобретениями, созданными по рассматриваемому методу, являются некоторые типы ловушек для зверей, приводимые в действие силой веса животного или высвобожденной силой тяжести падающего предмета. Простейшими из таких ловушек были ловчие ямы различной конфигурации для мамонта, слона, жирафа. Множество изобретений создал этим методом известный античный изобретатель Герон Александрийский (игрушечный автомат «Геркулес и дракон», автомат «Поющая птичка», кукольные театры).

Метод создания качающихся и плавающих конструкций обеспечивает периодическое действие технических элементов.

Коллектив изобретателей, руководимый М. М. Кастановичем, предложил устройство для резки железобетона и других твердых материалов, отличающееся тем, что корпус редуктора шарнирно установлен на валу электродвигателя и имеет возможность качания с помощью механизма поворота, закрепленного на корпусе электродвигателя (авт. свид. СССР № 188878).

Метод выдвижения традиционных элементов технического объекта в пространстве позволяет приблизить рабочие органы машин и другие технические элементы к месту выполнения их функций без передвижения самого технического объекта.

Группа изобретателей под руководством М. К. Бараб-Тарле создала станок для расточки канавок и снятия фасок в отверстии поршня под поршневой палец. Особенностью станка является оборудование его

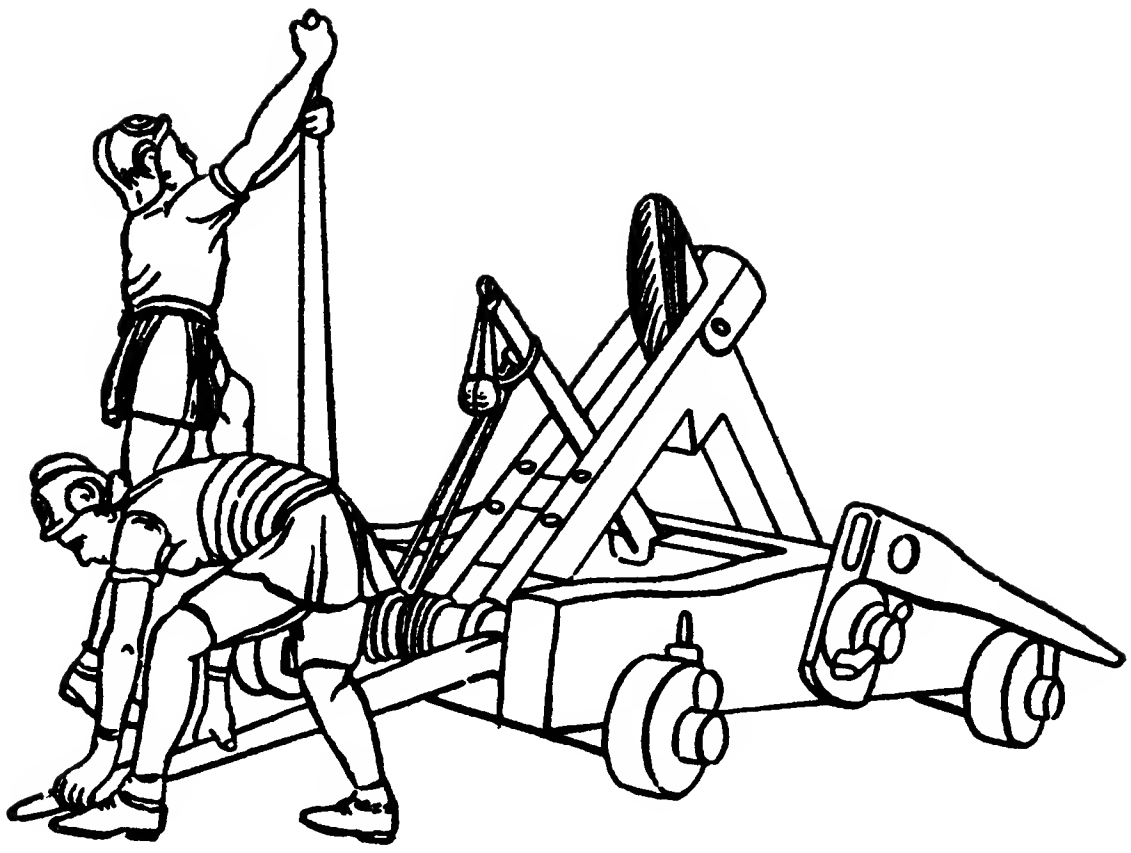


Рис. 17. Метательная машина Архимеда

выдвижными упорами, что позволяет выполнять различные операции на одном и том же станке (авт. свид. СССР № 241920).

Метод применения упругих элементов для динамизации технических объектов отличается простотой и. давностью использования. На основе этого метода Архимед создал боевую метательную машину (рис. 17).

Метод раздвижных конструкций, содержащих элементы, перемещающиеся в пространстве относительно друг друга, позволяет осуществить целесообразную трансформацию технического объекта.

Изобретатели из Латвийского научно-исследовательского института легкой промышленности Л. С. Лутрин, Т. Н. Элькина и Г. Э. Кан разработали устройство для пропитки волокнистого холста, отличающееся тем, что валы устройства имеют раздвижные кольца (авт. свид. СССР № 242120).

К методам эвристического комбинирования можно отнести методы рационального подбора параметров, источников энергии, принципа работы, материалов.

Метод подбора оптимальных параметров был использован изобретателем Г. М. Тябут при разработке способа изготовления гибких металлорукавов, отличающегося тем, что оптимальную величину давления жидкости, подаваемой между трущимися поверхностями инструмента и обрабатываемой детали, выбирают из условия полного

разделения трущихся поверхностей с расчетным зазором (авт. свид. СССР № 239186).

Метод рационального подбора параметров в процессе работы позволил изобретателям Д. З. Бимбату, Г.Н. Доброму и В. А. Каташову создать конструкцию безбалластного дирижабля, подъемная сила которого может быть изменена в процессе полета (авт. свид. СССР № 198925).

Разновидностью метода является прием применения экстремальных параметров.

Метод подбора линейных размеров технического объекта основан на простейшем конструктивном приеме, однако он имеет немалую эвристическую ценность.

Рационализатор Г. Лапкин обнаружил, что у детских колясок расстояние между осями выбрано так, что передние и задние колеса одновременно подъезжают к началу ступенек, а при спуске одновременно спрыгивают с них. Увеличив расстояние между осями передних и задних колес на 50—70 мм, он достиг того, что колеса скатывались попеременно, без тряски.

Методом рационального подбора источника энергии был усовершенствован ручной молот для ковочных работ

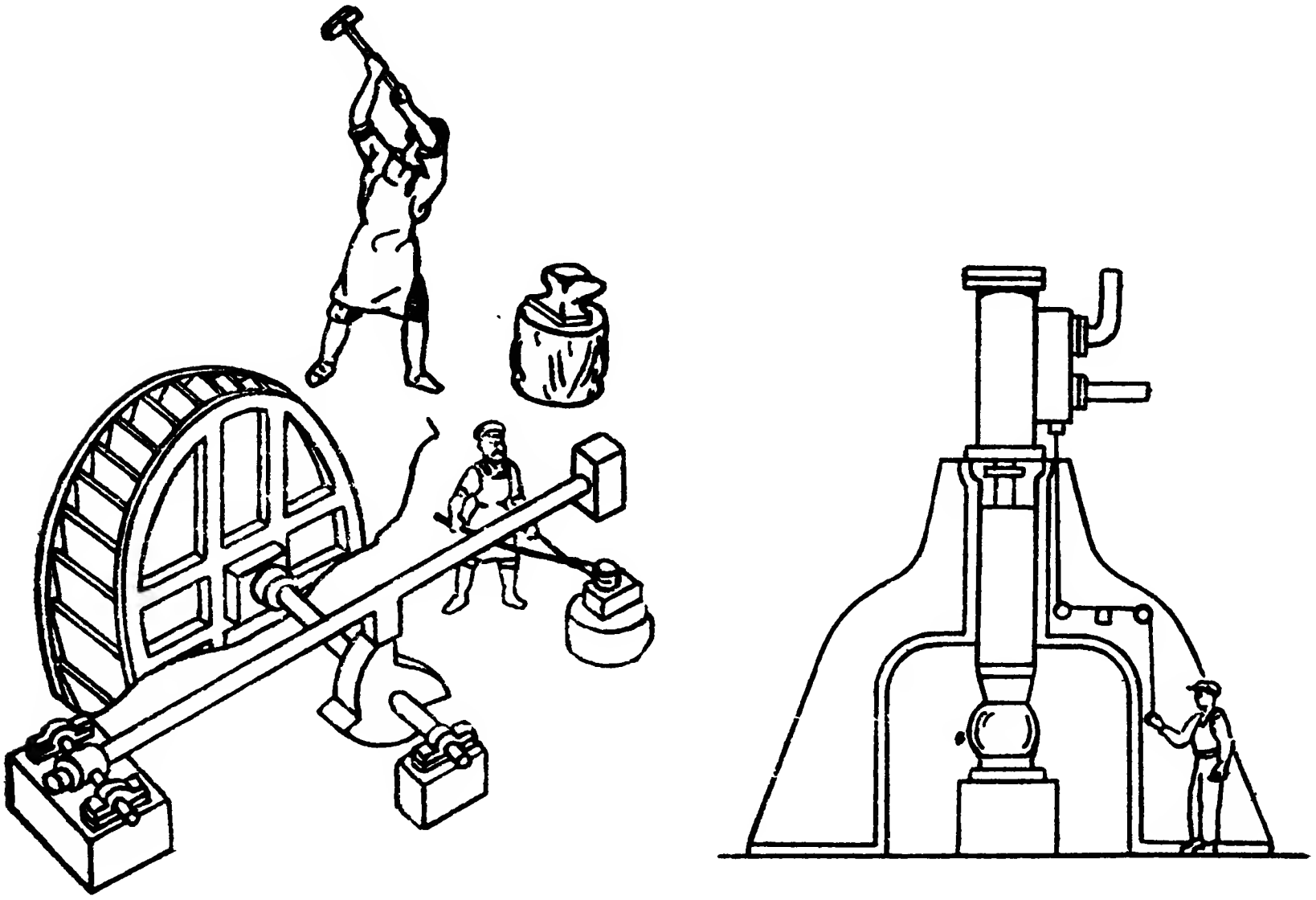


Рис. 18. Усовершенствование ручного молота (по И. Я. Конфедератову)

(рис. 18). Первое изменение заключалось в том, что молот стал приводиться в действие от водяного колеса; затем Дж. Несмитом в XIX в. был изобретен паровой молот.

Метод рационального подбора нового принципа работы особенно эффективен в случаях, когда прототип объекта в своем развитии уже прошел длительную стадию эксплуатации и приблизился к пределу технического усовершенствования.

Для реализации метода в первую очередь следует использовать новые научные открытия и исследования.

На основе открытых Г. Галилеем свойств маятника Х. Гюйгенс изобрел маятниковые часы. Изучив явление Эрстеда, русский инженер П. Шиллинг построил первый действующий телеграф.

Исследовательский подход к изучению свойств веществ и материалов часто позволяет найти новый принцип работы и применение известных материалов и веществ в другой области.

Исследователи А. В. Старков, В. И. Катунина и М. Л. Федер, изучив свойства диэтиламида капроновой кислоты, предложили способ его применения в качестве репеллента кровососущих насекомых (авт. свид. СССР № 165610).

Группу эффективных методов поиска решения изобретательских задач, недостаточно используемых изобретателями, представляет совокупность *методов комбинирования факторов эстетического восприятия технического объекта* — формы, конфигурации, цвета, света, звука.

Методы эвристической трансформации заключаются в целесообразном изменении формы технического объекта. По свидетельству С. А. Семенова, метод этот применялся еще на заре изобретательства.

Швейцарский механик А. Арган изменил форму лампового цилиндра и расширил его нижнюю часть. Трансформировав плоский ламповый фитиль, он в 1783 г. изобрел фитиль круглой формы. Путем трансформации традиционной поперечной пилы были изобретены циркулярная пила и ее разновидности, лобзик, ленточная пила, ножовка, бугельная пила, лучковая пила, наградка.

Широко распространены методы трансформации технических объектов механическим, гидравлическим или пневматическим путем.

Рис. 19. Надувные «башмаки» Леонардо да Винчи для перехода рек и озер

Метод механической трансформации позволяет увеличить подвижность объекта, придать относительную свободу его элементам, преобразовать форму технического объекта в процессе работы.

Рассматриваемым методом создано большое количество складных технических объектов, например, складная лодка Э. Эндзиня (патент Латвии № 928), складной стол Ф. Ф. Меркулова (патент Латвии № 1116), складной глобус А. Эглита (патент Латвии № 724), кресло-кровать С. Мисьеро и С. Рейнаровича (патент Латвии № 1109).

Метод гидравлической трансформации позволил изобрести устройство для подъема и опускания кузовов автомашин-самосвалов, приспособления для открывания дверей железнодорожных и трамвайных вагонов, гидравлические домкраты и т. д.

Метод пневматической трансформации впервые применил Ктесибий Александрийский. Надувной спасательный круг, надувной скафандр водолазов и надувные «башмаки» для перехода рек и озер изобрел Леонардо да Винчи (рис. 19). Советские космические спутники «Эхо-1» и «Эхо-2» созданы путем использования метода пневматической трансформации.

В связи с развитием промышленного искусства, художественного конструирования, эргономики, психофармакологии и ряда других наук разрабатываются и постепенно внедряются в практику методы изменения

освещения, цвета, запаха, звука с целью оптимизации работы технического объекта или создания комфорта в производстве. Хотя методы этой группы еще в практике работы новаторов техники мало распространены, на них следует обратить внимание ввиду их прогрессивности. В конкретных условиях современного производства и эксплуатации технических изделий эти методы позволяют получить на первый взгляд неожиданный положительный технико-экономический эффект.

Изобретения могут быть направлены на усовершенствование, комбинирование, видоизменение цвета, яркости, контрастности, текстуры, тональности, шума, частоты, громкости, тембра, отношения сигнал/шум и т. д.

Наиболее часто в этой группе применяются следующие методы решения изобретательских задач.

Метод Протея заключается в создании технических объектов, способных изменять внешний вид в зависимости от воздействия среды (форму, цвет, компактность и другие признаки).

Еще пять столетий тому назад монах А. Пика изобрел термокраску, меняющую оттенки в зависимости от изменения температуры среды. В XVII веке итальянский сапожник В. Каскаролла изобрел светящееся вещество — люминофор. Сейчас созданы люминофоры на основе сернистых соединений разных металлов, люминесцентные краски и люминесцентные обои. Изобретатель П. П. Воронцов создал ткани, покрытые несмываемыми люминесцентными красителями, меняющие цвет в зависимости от освещения. Разработаны способы люминесцентной дефектоскопии и люминесцентного микроскопирования.

Способ получения разноцветного стекла, разработанный В. В. Аршиновым, отличается тем, что в прозрачную органическую пластинку вставляют слой раздробленных кристаллов прозрачного одноосновного цветопреломляющего вещества, например, кальцита, и между двумя полученными слоями помещают лист звукопреломляющего вещества (авт. свид. СССР № 62493).

Метод эвристического подбора и использования освещения, цвета и запаха — сравнительно новый метод в изобретательской практике, имеющий, однако, огромные потенциальные возможности.

Изучением закономерностей психологического воздействия цвета на человека занимается специальная отрасль

инженерной психологии — колородинамика. Исследования в этой области выявляют ряд объективных закономерностей, которые следует знать новаторам техники. Установлено, например, что желтый цвет стимулирует работу мозга, однако у летчиков он может вызывать приступы морской болезни; зеленый цвет снижает утомляемость.

Изменение цвета может давать не только психологический, но и технический эффект. На заводах фирмы «Дженерал Электрик» детали, обрабатываемые пламенем газовых горелок, окрашивают в оранжевый цвет, так как только на его фоне видно голубое пламя газа. По данным исследований Мориса Дерибери, оказывается, что надписи белым мелом на черной доске читаются хуже, чем черной краской на желтой.

Изучение свойств цвета и окраски позволяет создать новые изобретения. Изобретатели лаборатории лаков и красок Всесоюзного научно-исследовательского института новых строительных материалов создали краску МС-226-П, которая отталкивает положительно заряженные частицы пыли. Поскольку производственная пыль в основном заряжена положительно, окраска стен и оборудования этой краской является хорошим способом борьбы с запыленностью.

Коллектив изобретателей под руководством М. Р. Нечаевской предложил новый способ отбора токсигенных возбудителей газовой гангрены, позволяющий определить токсигенную активность бактерий. Авторы предлагают окрашивать колонии бактерий на плотной питательной среде акридинооранжем и отбирать культуры, имеющие зеленый цвет при люминесцентном микроскопировании (авт. свид. СССР № 189528).

Много изобретений направлено на создание новых способов цветного оформления изделий. Изобретатель Н. Г. Корсак разработал способ обработки строительных изделий путем расплавления их поверхности кислородно-ацетиленовым пламенем, позволяющий, в зависимости от соотношения объемов кислорода и ацетилена, получить устойчивые белые, голубые, зеленые, желтые и черные поверхности изделий (авт. свид. СССР № 172663).

Новые изобретения создаются также путем рационального использования свойств света. В. В. Седов предложил вводить в почву люминофоры для поглощения ультрафиолетовых лучей в целях борьбы с сорняками.

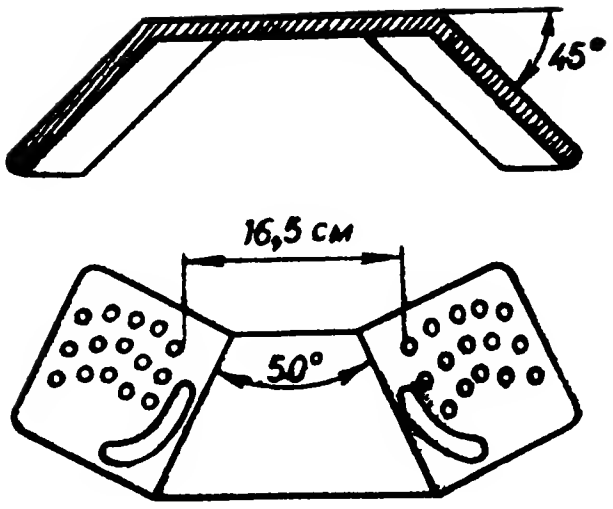


Рис. 20. К-клавиатура пишущей машинки К. Х. Кремера

Многие изобретения основаны на использовании облучения различного рода лучами. Изобретатель У. Д. Бергвадзе предложил способ производства ускорителя из древесины дуба для созревания коньячных спиртов путем облучения древесины гамма-лучами дозой, преимущественно равной 20 мрад при интенсивности 800 рад/сек (авт. свид. СССР № 248608).

Метод антропотехники заключается в создании новых технических объектов путем приспособления технического объекта к возможностям человека.

К. Х. Кремер предложил антропотехнический вариант клавиатуры пишущей машинки для печатания по слепому десятипальцевому способу, так называемой К-клавиатуры с отогнутыми краями (рис. 20), значительно облегчающей выбор нужной буквы.

К группе методов эвристического комбинирования принадлежат и методы хиротехники, ритмичного членения технических объектов, прозрачных конструкций, комбинирования первичных запахов, комбинированного выполнения рабочих процессов во времени, комбинирования параметров среды, в которой работает технический объект или протекает процесс и др.

Известно также много разнообразных *специальных методов* поиска решения изобретательских задач, методов психоэвристической активизации, сознательного использования случайностей и т. д.

4. ВЫБОР МЕТОДОВ ПОИСКА РЕШЕНИЯ

Методика поиска средств решения изобретательских задач находится еще в зачаточном состоянии. Создание такой методики затрудняет ряд объективных причин:

— изобретательскую задачу, как правило, можно решить путем использования нескольких, в ряде случаев большого числа, принципов;

— каждый принцип решения изобретательской задачи большей частью может быть найден несколькими эвристическими методами; с другой стороны, нередко к одному и тому же принципу решения приводят различные методы поиска;

— наряду с объективно существующими закономерностями творческого процесса необходимо учесть и индивидуальные особенности каждого человека;

— существуют стереотипные методы для поиска решения большинства изобретательских задач, приводящие к решению в большинстве случаев. Решение, найденное посредством применения стереотипного метода, нередко менее оригинально, чем достигнутое путем применения метода, который ранее не использовался для решения аналогичных задач;

— всякий выбор методов поиска решения изобретательской задачи связан с ограничением их числа. Выбор ряда стереотипных методов нередко означает элиминацию оптимального метода для достижения решения с наиболее яркой оригинальностью.

Однако создание методики выбора средств для решения изобретательских задач вполне возможно, хотя таковая и не гарантирует оптимальный отбор упомянутых средств в каждом отдельном случае. Ряд таких методов выбора давно применяется в изобретательской практике.

Выбор средств решения задач изобретатели осуществляют по-разному: одни применяют освоенные ими методы выбора средств, другие сознательно активизируют прошлый опыт решения аналогичных задач, третьи осуществляют выбор более или менее интуитивно.

Методика выбора средств решения базируется на сознательном использовании умственных операций для оптимального выбора методов и способов действия.

Предпосылками правильного выбора средств является усмотрение проблемной ситуации, семантическая интерпретация задачи, например, в виде эскиза, графа, структурной схемы компонентов задачи, актуализация прошлого опыта и знаний в области средств решения изобретательских задач.

Рассмотрим наиболее распространенные методы выбора средств решения изобретательских задач.

Метод линейного расположения средств решения изобретательской задачи является наиболее простым методом этого рода. Сущность его заключается в составлении списка известных изобретателю простых эвристических средств решения изобретательских задач, из которого для решения конкретной задачи выбираются отдельные средства.

Наиболее распространены списки эвристических методов решения задачи, которые составляются по различным принципам. Одни изобретатели группируют их по алфавиту, другие — по частоте применения в определенной области техники, третьи — по степени универсальности применения, четвертые — по условной оригинальности или тривиальности ожидаемого результата, а кое-кто составляет несколько списков по выбранному критерию классификации методов (например, список наборов методов, список комплексных методов, список простых универсальных методов, список специальных методов).

Некоторые изобретатели пользуются одним универсальным списком линейного расположения методов для всех случаев, другие для решения конкретной задачи составляют специальный список методов, отобранных по предварительной оценке возможности их применения в конкретных условиях. Следует, однако, отметить, что предварительная оценка методов решения задач с точки зрения их эффективности и применяемости может привести к исключению наиболее эффективного из них. В техническом творчестве далеко не все сводится к рациональному мышлению. Кроме того, лучшие методы решения тривиальных технических задач редко являются лучшими же для решения задач творческих, хотя бы и аналогичных. Поэтому вполне оправдан прием, который используют некоторые опытные изобретатели при

выборе средств решения задачи: они пытаются в первую очередь решить изобретательскую задачу не наиболее типовым для нее, а наименее надежным методом, ожидаемая результативность которого при решении аналогичных задач наиболее низка. Существует методическое правило: традиционные типовые методы решения изобретательских задач более результативны, нетрадиционные дают более оригинальные решения.

Метод линейного расположения методов решения изобретательских задач широко используется в США. Один из американских списков методов следующий:

1) метод списка контрольных вопросов А. Ф. Осборна;
2) метод ведомостей характерных признаков (метод «расчленения») Р. П. Кроуфорда;
3) метод анализа затрат и результатов Ю. К. Фанге;
4) метод цепей ассоциаций;
5) метод выяснения мнения других (метод складного ума) Г. В. Габриэля;
6) метод мозговой атаки (метод использования неожиданных мыслей) А. Ф. Осборна;
7) метод синектики В. Дж. Гордона.

Американские специалисты рекомендуют также методы инверсии, эмпатии, рассмотрения технического объекта с внутренней стороны, аналогии.

Метод линейного расположения средств решения вследствие простоты его применения рекомендуется начинающим изобретателям.

Метод табличного (матричного) расположения средств решения изобретательских задач предусматривает некоторую предопределенность, детерминированность применения методов от какого-либо критерия. Он базируется на предположении, что изобретательские задачи решаются, как правило, типовыми методами.

Одну из простых разновидностей таблиц рекомендует заслуженный изобретатель РСФСР А. Н. Трусов. Таблица выбора наиболее результативных методов решения изобретательских задач создана им эмпирическим путем на основе творческого опыта решения изобретательских задач и применяется на семинарах по методике изобретательства (см. верхнюю таблицу на стр. 82).

Широко популяризуется табличное расположение приемов решения изобретательских задач, предложенное инженером Г. С. Альтшуллером. Предлагаемая таблица, по мнению ее автора, отражает типичные технические

№ пп.	Улучшаемая характеристика объекта	Наиболее часто применяемый метод изобретательства
1	Длина	Методы сфероидальности, дробления, пневмо- и гидроконструкций, изменения структуры, динамичности, замены механической схемы, перехода в другое измерение, «антивеса», предварительного напряжения
2	Площадь	Методы пневмо- и гидроконструкций, использования гибких оболочек, сфероидальности, перехода в другое измерение, динамичности, изменения среды, импульсного действия, вынесения, дробления
3	Объем	Методы использования пневмо- и гидроконструкций, метод «матрешки», динамичности, изменения среды, дробления, изменения структуры, вынесения, перехода в другое измерение, отброса использованных частей
	и т. д.	

противоречия между условиями задачи и известными способами решения их. По вертикали таблицы располагаются элементы технического объекта, которые по условиям задачи необходимо улучшить — увеличить или

Что нужно улучшить по условиям задачи	Что ухудшается, если решать задачу тривиальными способами		
	производительность	готовность к действию	и т. д.
Вес	Принципы объединения, универсальности, «наоборот» и эквипотенциальности	Принципы объединения, вынесения, импульсного действия, «антивеса»	
Длина	Принципы замены механической схемы, «наоборот»	Принципы непрерывности полезного действия, замены механической схемы изъятия или видоизменения частей	
и т. д.			

уменьшить (вес, длина, площадь, объем, температура, стабильность, освещенность, удобство ремонта и т. д.). По горизонтали располагают параметры, которые недопустимо ухудшаются, если решение осуществляется тривиальным способом. На пересечении соответствующих горизонтальной и вертикальной строчек таблицы приводят принципы решения задачи.

Табличное расположение методов решения изобретательских задач рассмотренного выше универсального типа может более или менее успешно использоваться в основном для решения тривиальных технических задач, например, задач обычного конструирования по общепринятым принципам. Попытки расширения таблиц в практике приводят к их громоздкости, множеству альтернативных отсчетов, неудобству пользования. Для применения в определенной области техники или для решения отдельных стереотипных задач с успехом могут использоваться специальные таблицы.

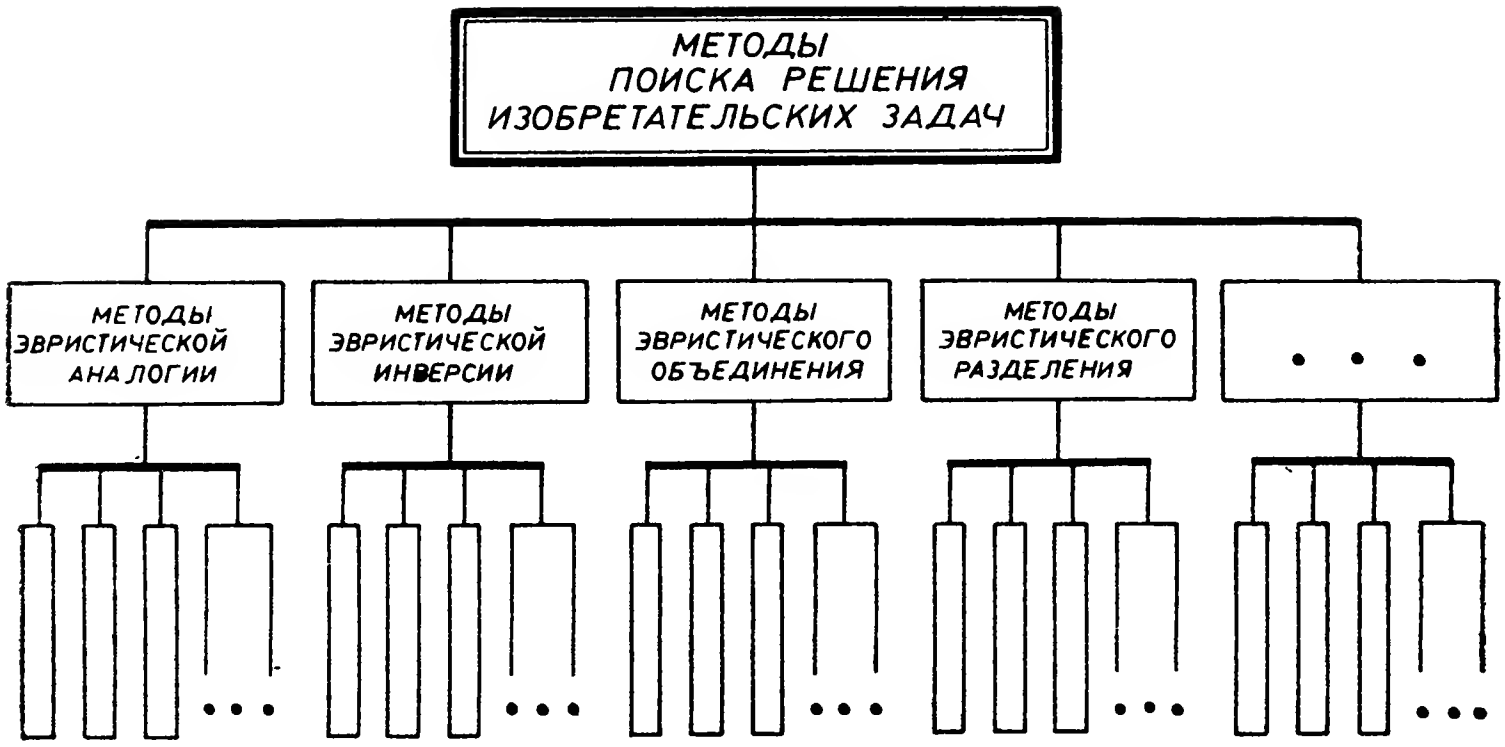
Известны попытки применять для выбора методов решения таблицы, у которых по краям размещены перечни входов и выходов, устраняемых недостатков и желательных преимуществ, указаны техническое назначение, неизвестные компоненты задач, их характеристики и т. д.

Иногда для выбора метода решения изобретательской задачи составляются таблицы-матрицы, например, следующего вида:

№ пп.	Частный метод	Вероятный результат	Оценка трудности использования	Ожидаемая степень оригинальности решения	Решение о выборе метода

Методы иерархического расположения методов решения изобретательских задач базируются на концепции, что различные частные методы решения изобретательских задач основываются на нескольких основных операциях мышления.

Выбор конкретного метода решения изобретательской задачи осуществляется в несколько приемов. Первым долгом выбирается одна из основных операций мышления или основных групп методов решения изобретательских задач (например, аналогия, объединение, расчленение и т. д.). Затем из перечня методов, например,



аналогии, выбирается наиболее подходящий для конкретных условий метод решения задачи.

Такое иерархическое расположение методов по принципу дерева оказалось весьма эффективным в практике изобретательства и может иметь универсальное значение.

Другим приемом иерархического расположения средств решения изобретательских задач является *метод звездной системы.* Конкретный метод поиска решения изобретательской задачи также выбирается в несколько этапов.

Вначале выбирается руководящий принцип решения, определяемый анализом цели и тенденции развития данной отрасли и конкретного технического объекта (аналога или ототипа). Такими руководящими принципами могут быть, например, принципы универсальности, специализации, интенсификации, непрерывности, стандартизации, надежности и т. д. Руководящий принцип может осуществляться различными эвристическими стереотипными методами. Так, например, принцип специализации можно осуществить методами эвристической партикуляции, селекции, элиминации, упрощения, редукции, автономизации, дробления общественных потребностей на субпотребности, аналогии с живой природой, бифукации (разделения процесса или производственного потока на две части). Принцип стандартизации обычно осуществляется методами агрегатирования, мультипликации стандартных элементов, пермутации стандартных элементов, транспозиции стандартных элементов, модульных элементов, микромодулей и др.

После выбора принципа и наиболее подходящего для

конкретных условий метода его осуществления, приходится иногда избирать и конкретную разновидность или прием найденного метода. Метод агрегатирования, например, осуществляется несколькими приемами: увеличением количества рабочих органов, рабочих позиций или количества деталей, обрабатываемых на одной позиции, а также созданием поточных агрегатных линий с ветвящимися потоками, линейной и роторной компоновки.

Методом звездной системы можно создать как универсальные, так и специализированные системы отбора средств решения изобретательских задач. Отличительной особенностью и преимуществом этого метода отбора является целенаправленный учет тенденций и принципов развития техники.

Представляют интерес *методы комбинированного расположения средств решения изобретательских задач в группы,* которые могут быть построены по списку, таблицам, звездной системе, по принципу дерева и т. д.

В группу традиционных рациональных методов изобретательства включаются и методы, базирующиеся на эвристической аналогии, инверсии, интеграции, расчленении и редукции, транспозиции, трансформации, комбинировании и т. д.

В группу стохастических методов решения изобретательских задач сводят методы мозговой атаки, фокальных объектов Ч. С. Вайтинга, метод Серендина (использования побочных результатов поиска), методы цепей свободных или принудительных ассоциаций, эмпатии (представления себя в роли технического объекта), психоэвристической активизации интеллектуальной деятельности (метод В. В. Чавчанидзе), метод синектики В. Гордона и т. д.

В группу творческих методов стандартизации входят методы агрегатирования, пермутации стандартных элементов, транспозиции стандартных элементов, дублирования и мультипликации стандартных элементов, модульных элементов и микромодулей, секционирования и пространственного сращения и т. д.

Отдельную группу составляют комплексные методы, наборы методов решения изобретательских задач и методики, например, алгоритмическая методика системной эвристики И. Мюллера, методика ведомостей характерных признаков Р. Кроуфорда, методика морфологиче-

ского подхода Ф. Цвики, методика анализа затрат и результатов Ю. К. Фанге, методика творческого инженерного проектирования Г. Р. Буля и др.

Групповые списки, таблицы, звездные системы расположения средств решения изобретательских задач включают не только методы поиска решения. Таким же образом могут компоноваться сепаратные группировки эвристических принципов, методических правил, рекомендаций, приемов.

5. НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ НАЧИНАЮЩИМ ИЗОБРЕТАТЕЛЯМ

Изобретатель должен не только понять методы технического творчества, но и овладеть ими. Поэтому каждому новатору, как начинающему, так и опытному, необходимо самому практиковаться в применении разных методов к решению технических проблем. Известную роль для начинающих может сыграть решение тренировочных задач.

Методика технического творчества помогает изобретать, но сама по себе не изобретает. Не следует переоценивать ее значение. Она лишь указывает некоторые наиболее короткие пути для решения технической проблемы, но при этом даже не гарантирует, что именно данные пути всегда самые короткие и обязательно ведут к цели. Новые идеи не рождаются сколь угодно часто и в любом желаемом направлении — они созревают в определенной последовательности и появляются только тогда, когда достаточно подготовлены приобретенными познаниями, наблюдениями, опытом.

Необходимо изучить материалистическую диалектику и творчески использовать ее. Без философского осмысления действительности плодотворная изобретательская деятельность невозможна.

Не следует бояться мнения авторитетов. Единственный подлинный авторитет для изобретателя — это великие законы природы.

Очень важно искать недостатки своих решений, обращать особое внимание не на то, что подтверждает выдвинутую мысль, а на то, что ей противоречит. Не следует презирать заблуждений. История технического творчества знает тысячи великих изобретений, возникших на основе ложных гипотез и безрассуднейших заблуждений. Всегда необходимо тщательно анализировать результаты своих наблюдений, исследований и данных, полученных в процессе поиска по так называемому ложному пути, никогда нельзя не проходить мимо непонятных явлений.

Собственные творческие предложения следует разрабатывать в новом направлении даже тогда, когда

известно и практически проверено другое направление. В технике непрерывно происходит соревнование параллельных направлений развития.

Нельзя упускать из виду возможность дальнейшего усовершенствования и развития собственного изобретения. Нет изобретений, которых невозможно улучшить.

Постоянный анализ действия известных технических объектов с точки зрения их соответствия тенденциям развития отрасли техники, соответствия качественным требованиям позволяет выявить существенные недостатки. Это — основа для постановки творческой задачи усовершенствования известных технических объектов.

Важно смело браться за решение задачи, которую еще никто не решал. Теория технического творчества доказывает, что каждый рационализатор является потенциальным изобретателем, нужно лишь суметь использовать арсенал средств и методов теории технического творчества. Вся история технического творчества в известной мере является историей борьбы за превращение невозможного в возможное.

Всякая значительная идея, как правило, вначале кажется «безумной» и «сумасшедшей». Изобретательство — революционное преобразование природы, а революции — это закономерное явление, несмотря на их кажущуюся неожиданность.

Основные враги новатора — леность воображения, переоценка роли вдохновения, вера в легенду о «счастливом случае», недостаточная целеустремленность поиска, инертность мышления. Рождение нового изобретения часто зависит от преодоления этой инертности. Герберт Уэллс как-то сказал, что перед каждым паровозом бежит тень лошади.

В истории великих изобретений вдохновляющим, как правило, является нравственное, духовное побуждение; внедряются эти изобретения чаще всего по мотивам экономического характера. Потому-то так важно проверять экономическую целесообразность предложенного технического решения.

«Если верно, что будущее каждой страны зависит от состояния в ней науки, тогда верно, что будущее нашего народа зависит от состояния в стране класса и профессии изобретателей. Безусловно, та страна окажется в будущем самой сильной в борьбе за существование,

в которой будет наибольшее число самостоятельно и продуктивно работающих изобретателей», — писал еще в 1912 году академик П. Вальден. В создании прекрасного будущего нашей страны и народа огромное значение имеет дальнейшее развитие теории изобретательства и практическое использование объективных закономерностей технического творчества, открытых наукой.

ЛИТЕРАТУРА

Маркс К. Капитал. М., Политиздат, 1969.

Энгельс Ф. Анти-Дюринг. М., Политиздат, 1969.

Энгельс Ф. Диалектика природы. М., Политиздат, 1969.

Энгельс Ф. Людвиг Фейербах и конец классической немецкой философии. М., Политиздат, 1971.

Ленин В. И. Полное собрание сочинений, т. 3, 18, 19, 28, 36.

Архимед. Сочинения. М., Физматгиз, 1962.

Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. М., «Московский рабочий», 1969.

Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин. М., «Высшая школа», 1968.

Блинов Б. С. Загадочный импульс. Заметки изобретателя. М., «Молодая гвардия», 1969.

Бехтерев В. М. О творчестве с рефлектологической точки зрения. — В кн: Грузенберг С. О. Гений и творчество. Л., Изд-во П. П. Сойкина, 1924.

Белозерцев В. И. Проблемы технического творчества как вида духовного производства. Ульяновск, Приволжское кн. изд., 1970.

Богданов А. Всеобщая организационная наука (тектология), ч. I. М.—Л., «Книга», 1925.

Брушлинский А. В. Исследование направленности мыслительного процесса. Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. пед. наук. АПН РСФСР, Институт психологии. М., 1964.

Буш Г. О. Некоторые методы решения изобретательских задач. — «Вопросы изобретательства», 1968, № 5.

Буш Г. О. О развитии теории изобретательства. — В кн.: Проблемы патентного обучения. Материалы научной сессии, Рига, декабрь, 1967, ЛатИНТИ, 1967, стр. 35—48.

Буш Г. О. Применение некоторых методов стандартизации в техническом творчестве. — В кн.: Стандартизация, изобретательство и художественное конструирование — пути к высокому качеству продукции. Рига, ЛатИНТИ, 1968.

Буш Г. О. Агрегатирование — метод технического творчества. Рига, ЛатИНТИ, 1969.

Буш Г. О. Архимед не восклицал «Эврика!» — «Изобретатель и рационализатор», 1969, № 12.

Буш Г. О. Изобретательство и стандартизация. — «Вопросы изобретательства», 1968, № 12.

Буш Г. О. Качество, творчество, стандарт. Рига, «Лиесма», 1968.

Буш Г. О. О творческих методах агрегатирования. — В кн.: Качество продукции Латвийской ССР. М., изд. Комитета стандартов, 1970.

Буш Г. О. О программах обучения методике технического творчества. — В кн.: Учебные планы, программы и педагогический опыт обучения методике технического творчества. Методические материалы под ред. Г. Буша, ЛРС ВОИР. Рига, 1971.

Буш Г. О. Некоторые методы поиска решения изобретательских задач. — В кн.: Проблемы патентного обучения. Материалы научной сессии, Рига, декабрь, 1967, ЛатИНТИ. Рига, 1967.

Бэкон Ф. Новый органон. М., Соцэкгиз, 1938.

Василейский С. М. К вопросу о конкретных формах и методах умственного конструирования в процессе технического изобретательства. — В кн.: Научный семинар по психологии труда и производственного обучения. Казань, изд. Казанского университета, 1961.

Витрувий М. П. Десять книг об архитектуре. М., изд. Всесоюзной Академии архит. и строит. 1936.

Декарт Р. Рассуждения о методе. М., Изд-во АН СССР, 1953.

Дьюи Л. Психология и педагогика мышления. М., 1919.

Дмитриев Ю. А. Некоторые социологические проблемы исследования технического творчества изобретателей и рационализаторов. Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. филос. наук. ЛГУ, Л., 1967.

Жариков Е. С. Методологический анализ возможностей оптимизации научного творчества. КИИГА. Киев, 1968.

Иванов В. В. Система основных принципов научной организации труда рационализаторов и изобретателей. — В кн.: Темник для изобретателей и рационализаторов на 1971—1975 гг. Л., «Машиностроение», 1971.

Кант И. Антропология. Спб., Изд-во П. П. Сойкина, 1900.

Ковалев В. И. Путь к изобретению. Л., Лениздат, 1967.

Конфедератов И. Я. Инженер решает задачу. — «НТО СССР», 1969, №№ 10, 11.

Кулюткин Ю. Н. Эвристические методы в структуре решений. М., «Педагогика», 1970.

Левитов Н. Д. Психология труда. М., Госучпедгиз, 1963.

Лейбниц Г. В. Новые опыты о человеческом разуме. М.—Л., Соцэкгиз, 1936.

Леонардо да Винчи. Избранные естественно-научные произведения. М., Изд-во АН СССР, 1935.

Лукреций Кар. О природе вещей. М., Изд-во АН СССР, 1958.

Орлов В. И. Трактат о вдохновеньи, рождающем великие изобретения. М., «Знание», 1964.

Оствальд В. Изобретатели и исследователи. Спб., «Вестник Знания», 1909.

Ощепков П. К. Жизнь и мечта. Записки инженера-изобретателя, конструктора, ученого. М., «Московский рабочий», 1967.

Пойа Д. Как решать задачи. М., Учпедгиз, 1959.

Полянский А. Т. Архитектурное творчество и стандартизация строительства. М., Стройиздат, 1966.

Пономарев Я. А. Знания, мышление и умственное развитие, М., «Просвещение», 1967.

Пристли Дж. Избранные соч., М., Госсоцэкгиз, 1934.
Пуанкаре А. Наука и метод. Одесса, Mathesis, 1910.
Пушкин В. Н. Эвристика — наука и творчество. М., Политиздат, 1967.
Рибо Т. Творческое воображение. Спб., 1901.
Розет И. М. Что такое эвристика? Минск, «Нар. Асвета», 1969.
Разумовский В. Г. Развитие технического творчества учащихся. М., Учпедгиз, 1961.
Семенов С. А. Развитие техники в каменном веке. Л., «Наука», 1968.
Середа Н. И. Рабочий-изобретатель. ЛатИНТИ. Рига, 1961.
Страхов И. В. Проблемы и методы психологии творчества. — В кн.: Вопросы психологии творчества. Саратов, Госпединститут, 1968.
Теплов Л. Мысли о методическом топоре. — «Изобретатель и рационализатор», 1970, № 1.
Тихомиров О. К. Структура мыслительной деятельности человека. М., Изд-во Московский университет, 1969.
Царегородцев В. Е. Некоторые проблемы технического творчества. — «Вопросы изобретательства», 1969, № 12.
Шурц Г. История первобытной культуры. Комм. унив. им. Я. М. Свердлова. М., 1923.
Энгельмейер П. К. Теория творчества. Спб., 1910.
Якобсон П. М. Процесс творческой работы изобретателя. М.—Л., ВОИ, 1934.

Bacon F. Daedalus or mechanical skill. — In: Bacon F. The essays. A. L. Burt Co., 1883.
Bačkovsky K. Od zlepšovacih návzhov k vynalezom. Bratislava, Práca, 1962.
Bolzano B. Erfindungskunst. — In: Bolzano B. Wissenschaftslehre. Sulzbach, 1837.
Brunne K. Chemiepatente. Leipzig, VEB Deutsche Verlag für Grundstoffindustrie, 1968.
Buhl H. Creative engineering design. Iowa, Iowa University Press, 1960.
Bušs H., Belostockis K. Produkcijas kvalitāte un tās celšanas metodes. Rīga, «Liesma», 1969.
Fange E. K. Professional creativity. N. Y., Prentice Hall, Inc., 1959.
Freudenberg F. Paracelsus und Fludd, Berlin, 1918.
Gordon W. J. Synectics: the development of creative Hall, Inc., 1959. Harper, 1961.
Helmholtz H. Vorträge und Reden, Erinnerungen. Braunschweig, 1890.
Liebig J. Über Francis Bacon von Verulam und die Methode der Naturforschung. München, 1863.
Mason O. T. Origins of invention: a study of industry among primitive peoples. Cambridge, M. I. T. Press, 1966.
Müller J. Grundlagen der systematischen Heuristik. Berlin, Dietz Verlag, 1970.
Osborn A. F. Applied imagination: principles and procedures of creative thinking. N. Y., Charles Scribner's Sons, 1953.

Ostwald W. Die Lehre von Erfinden, 1932.

Pearson D. S. Creativeness for engineers. A. philosophy and a practice. State College, Pa., D. Pearson Publ., 1961.

Rossman J. Industrial Creativity: The psychology of the inventor. N. Y., University Books, 1964.

Steinbart D. G. S. Gemeinnützige Anleitung des Verstandes zum regelmässigen Selbstdenken. Züllichau, 1787.

Talejko E. Zagadniena psychologii tworcości technicznej. Poznań, Uniwersitet im. Adama Mickievicza, 1971.

Toulmin H. A. Handbook of Patents. Cincinnati, 1949.

Vit S. Heuristica stránka stanoveni problemu a sposoby jeho réšeni. — «Vynalezy», 1967, Nr. 10.

Wallas G. The art of thought. N. Y., Harcourt Brace, 1926.

Whiting Ch. S. Creative Hrinking. N. Y., Reinhold, 1958.

Wolf Ch. Vernünftige Gedanken von den Kräften des menschlichen Verstandes und ihren richtigen Gebrauche. Halle im Magdeburgh, 1736.

Wimmer M. Základné metody védeckého myšleni. Universita technické tvorivosti. Praha, Práce, 1964.

Zwicky F. Morphological approach to discovery, invention, research and construction. — In: Zwicky F. and Wilson A. G. (eds). New methods of thought and procedure. Berlin — Heidelberg N. Y., 1967.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1. О развитии методики технического творчества . . . 11
2. Процесс технического творчества 28
3. Практические методы технического творчества . . 37
   3.1. Классификация методов 37
   3.2. Методы эвристической аналогии 40
   3.3. Методы эвристической инверсии 47
   3.4. Методы эвристического комплекса 53
   3.5. Методы эвристического расчленения и редукции 62
   3.6. Методы эвристического комбинирования . . 67
4. Выбор методов поиска решения 79
5. Некоторые рекомендации начинающим изобретателям 87
Литература 90

Буш Генрих Язепович
МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

Перевод автора

Оформление И. Цукерник

Редактор А. Тейтельбаум. Худ. редактор А. Липин. Техн. редактор Я. Мазур. Корректор С. Фуксис. Сдано в набор 14 апреля 1972 г. Подписано к печати 23 августа 1972 г. Типографская бумага № 2, формат 84×108/32. 3,00 физ. печ. л.; 5,04 усл. печ. л.; 4,88 уч.-изд. л. Тираж 2500 экз. ЯТ 04190. Цена 19 коп. Издательство «Лиесма», г. Рига, бульвар Падомью, 24. Изд. зак. № 25247/R-1779. Отпечатано в типографии № 23 Государственного комитета Совета Министров Латвийской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Елгава, ул. Райня, 27. Заказ № 1218.

19 коп.